LA RIVISTA DI SCIENZE PER LA CLASSE 14 2013

linx MAGAZINE

A spasso su Marte

La sonda robotica Curiosity al lavoro sul pianeta rosso

INTERVISTA

Studiare i primati

La primatologa Elisabetta Palagi racconta il suo lavoro: un mix tra grandi emozioni, conflitti scientifici, difficoltà sul campo e tanta, tanta statistica

ESPERIENZE
STUDIARE I FIUMI CON UN PERCORSO IBSE

INTERNET POINT
INSEGNARE LA COMPETENZA DIGITALE

RIFLESSIONI
FORMULE PER IL PIANETA TERRA

FRONTIERE
PICCOLA GUIDA AL RISPARMIO ENERGETICO

IMPARARE SEMPRE

PEARSON

pagina 32-33

Esempio di fossile di trilobita, un artropode vissuto nell'era paleozoica e ormai estinto. I fossili sono una testimonianza diretta delle fasi più antiche della storia della vita sulla Terra.

SHUTTERSTOCK

Una scuola migliore in un Paese migliore

Lo scorso dicembre è stato presentato a Londra il progetto *The Learning Curve*, promosso da Pearson e svolto dall'Economist Intelligence Unit (**www.thelearningcurve.pearson.com**).

Si tratta di un'indagine, condotta in cinquanta nazioni, allo scopo di individuare i fattori che favoriscono i migliori risultati nell'ambito dell'educazione scolastica. I parametri considerati sono molteplici e vanno dall'organizzazione dei percorsi scolastici allo status socio-economico delle famiglie, dal numero di studenti per docente alle aspettative di vita. Nel sito **www.pearson.it** è disponibile la traduzione di gran parte dei materiali e alcuni approfondimenti dedicati all'Italia.

Ciò che maggiormente impressiona è che dall'enorme massa di dati raccolti in questa indagine emergono chiari due fattori, piuttosto evidenti a chi lavora nella scuola o – come noi – per la scuola. In generale, la qualità dell'educazione e i conseguenti risultati scolastici dipendono dal valore che l'intero sistema Paese attribuisce all'apprendimento e alla cultura. In particolare, la scuola funziona meglio là dove la reputazione e il rispetto riservato ai docenti sono maggiori.

Insomma, gli aspetti quantitativi sono importanti, si vedano per esempio i dati sugli investimenti che i vari Paesi destinano alla scuola e all'università; gli stili didattici possono essere differenti, basti il confronto tra i primi due Paesi in classifica, la Finlandia e la Corea del Sud, che evidenzia approcci quasi antitetici; ma sono l'ambiente culturale e il valore attribuito a chi agisce in questo contesto, i docenti primi tra tutti, a giocare un ruolo fondamentale.

Auguriamoci che questi temi acquistino l'importanza che meritano e che, a partire da qui, si trovi il modo di incrementare la qualità del nostro sistema scolastico e dare maggiore ruolo e dignità a chi lavora, ogni giorno, per renderlo migliore.

Noi, con questa rivista, con tutti i prodotti editoriali e con i diversi servizi di supporto, di formazione e di aggiornamento lavoriamo a questo obiettivo da sempre.

MASSIMO ESPOSTI
Direttore editoriale di Linx

SOMMARIO N.14 – GENNAIO 2013

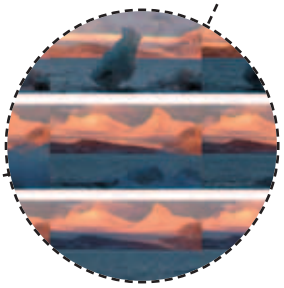
4
INTERVISTA
ELISABETTA PALAGI RACCONTA
di Valentina Murelli

10
FRONTIERE
UN SALVADANAIO PER L'ENERGIA
di Simona Regina

16
FRONTIERE
LABORATORIO MARZIANO
di Andrea Ferrero

24
INTERNET POINT
INSEGNARE LA COMPETENZA DIGITALE
di Davide Mancino
Tiziana Moriconi

28
PROGETTI
LA SABBIA, UN DATABASE DA SCOPRIRE
di Antonella Solida
Patrizia Tiberio



32
NUMERI DI SCIENZA
STORIA DELLA TERRA, IN UN'ORA
di Laura Pulici

34
IDEE PER INSEGNARE
LA CHIMICA DELL'ATMOSFERA. TRA ATTUALITÀ E STORIA
di Vincenzo Guarnieri

44
IDEE PER INSEGNARE
NOVITÀ IN TAVOLA
di Patrizia Martellini

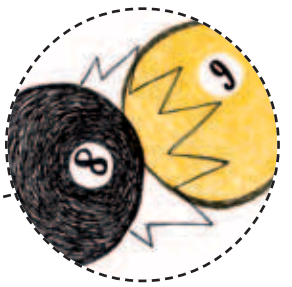
47
ESPERIENZE
INVESTIGARE I FIUMI
di Barbara Scapellato

52
RIFLESSIONI
FORMULE PER IL PIANETA TERRA
di Loretta Salino

56
SCATTI DI SCIENZA
FOTOGRAFARE LA VELOCITÀ
di Luca Caridà

58
SPARLARE DI SCIENZA

60
UNO SCIENZIATO AL CINEMA
THE SOCIAL NETWORK
di Roberto Natalini



64
PRENDIAMOLA CON FILOSOFIA
SICURI CHE DOMANI SORGERÀ IL SOLE?
di Fabio Cioffi

62
ESPANSIONI

linx

direzione
Massimo Esposti

redazione
Valentina Murelli, Jacopo Cristini, Marika De Acetis
linxmagazine@pearson.it
www.linxedizioni.it

hanno collaborato a questo numero
Luca Caridà, Fabio Cioffi, Andrea Ferrero, Vincenzo Guarnieri, Francesca E. Magni, Davide Mancino, Federico Manicone, Patrizia Martellini, Tiziana Moriconi, Valentina Murelli, Roberto Natalini, Laura Pulici, Simona Regina, Loretta Salino, Barbara Scapellato, Antonella Solida, Patrizia Tiberio, Antonio Varaldo

progetto grafico
Paola Lenarduzzi (studiopaola)

impaginazione
Patrizia Ne

disegni
Vito Manolo Roma

progetto grafico di copertina
Italik, Milano

immagine di copertina
Rover model by Dan Maas; synthetic image by Koji Kuramura, Zareh Gorjian, Mike Stetson and Eric M. De Jong. Image credit: NASA/JPL-Caltech/Cornell.

distribuzione
Per ricevere Linx Magazine è sufficiente compilare e spedire il modulo in quarta di copertina, oppure registrarsi, come docente, al sito **www.linxedizioni.it**, scegliendo fra i servizi l'abbonamento alla rivista. Tutti i numeri sono disponibili online in formato pdf sul sito **www.linxedizioni.it**

Rivista aperiodica distribuita gratuitamente nelle scuole, pubblicata da
Pearson Italia S.p.A.

Si autorizza la riproduzione dell'opera purché parziale e a uso non commerciale.

L'editore è a disposizione degli aventi diritto per eventuali non volute omissioni in merito a riproduzioni grafiche e fotografiche inserite in questo numero.

Linx è un marchio di proprietà di Pearson Italia S.p.A.

Corso Trapani 16
10139 Torino

RI636400093B
Stampato per conto della Casa Editrice presso Arti Grafiche DIAL, Mondovì (Cn), Italia

Tutti i diritti riservati
© 2012 Pearson Italia S.p.A.
www.pearson.it

CORTESIA DI ELISABETTA PALAGI

Un abbraccio consolatorio tra bonobo.

Al lavoro con bonobo, lemuri e tanta statistica

ELISABETTA PALAGI **RACCONTA**

L'amore (e l'ammirazione) per i primati, le difficoltà del lavoro sul campo, l'emozione dell'analisi dei dati, i conflitti nella comunità scientifica: vita da primatologa, nelle parole di una studiosa che da vent'anni studia i nostri parenti più stretti.

VALENTINA MURELLI

Francia, parco zoologico La Vallée des Singes, area dei bonobo. Un maschio intercetta una banana: un altro si avvicina, lo aggredisce e gli strappa il cibo dalle mani, mangiandoselo. Una femmina poco distante osserva tutta la scena e, subito dopo l'attacco, raggiunge il maschio aggredito, lo abbraccia e comincia a fargli *grooming*, cioè a ripulirgli il pelo dai parassiti. La "vittima" si calma, smettendo di urlare e di grattarsi. «In poche parole diciamo che la femmina l'ha consolato» spiega la primatologa Elisabetta Palagi, del Museo di storia naturale dell'Università di Pisa, che ha assistito a questa particolare interazione in una delle sue sedute di osservazione dei bonobo.

Un comportamento, quello di consolazione dopo un conflitto, che per molto tempo è stato ritenuto esclusivo degli esseri umani e delle grandi scimmie antropomorfe, come scimpanzé e bonobo. Ora, però, anche grazie al lavoro di Palagi e del suo gruppo di ricerca, si comincia a scoprire che appartiene anche ad altri primati, meno "vicini" a *Homo sapiens* dal punto di vista evolutivo, come i babbuini gelada e i macachi *tonkeana*. A indicare che la sua base biologica è molto più antica di quanto pensato. Ma come si arriva a un risultato

UNA PRIMATOLOGA AL MUSEO

ELISA DEMURU

Elisabetta Palagi è una ricercatrice particolare, nel senso che formalmente non la si può definire così. La sua posizione ufficiale è infatti quella di funzionario tecnico al Museo di Storia Naturale dell'Università di Pisa, dove è responsabile del settore di zoologia dei vertebrati. Oltre che di conservazione e divulgazione, però, il museo si occupa anche di produrre conoscenza ed è per questo che da quando è stata assunta (per concorso, nel 1992, appena prima di laurearsi), Palagi ha potuto continuare a fare ricerca. Diverse le linee di cui si è occupata e si occupa. Tra queste: comunicazione olfattiva nei lemuri; dinamiche di gestione dei conflitti e comportamento post-conflittuale in lemuri, gorilla, scimpanzé, bonobo, gelada e altri primati e, di recente, anche nel lupo; rapporto tra struttura sociale e gioco negli adulti di diversi primati; comportamento sessuale in lemuri, gorilla, scimpanzé e bonobo; contagio emotivo e meccanismi imitativi (per esempio lo sbadiglio) in macachi, gelada, bonobo ed esseri umani. Palagi è anche vice presidente dell'Associazione Primatologica Italiana.

del genere? A dire, per esempio, che anche nel gelada esiste il comportamento di consolazione? In altre parole: che cosa significa esattamente fare il primatologo? "Linx Magazine" ne ha parlato con Elisabetta Palagi, alla scoperta di un mestiere affascinante ma poco conosciuto.

Partiamo dall'inizio: come lavora un primatologo? Che cosa c'è nella sua "cassetta degli attrezzi"?

La nostra attività si compone essenzialmente di due fasi: l'osservazione sul campo (che sia una foresta tropicale o un parco zoologico) e l'analisi statistica dei dati. Chiunque faccia ricerca per prima cosa deve avere ben chiaro in mente che cosa vuole cercare, perché da questo dipenderanno il tipo di esperimento o di osservazione da realizzare e la metodologia da seguire. Nel caso della primatologia, però, questa "chiarezza mentale" è davvero fondamentale. Compiere un'osservazione significa organizzare una spedizione, coinvolgere persone e strutture, mancare da casa per settimane: non possiamo permetterci di accorgerci alla fine che non ci eravamo posti la domanda giusta. Altra qualità fondamentale di un primatologo è la pazienza: studiare le scimmie non è come allestire un esperimento in laboratorio. Se si lavora sul campo, prima di cominciare a osservare bisogna individuare il gruppo da seguire, imparare a conoscere le sue abitudini e i suoi luoghi preferiti e imparare a riconoscere i singoli componenti. Anche in cattività le cose non sono semplici: se vogliamo seguire un evento consolatorio, per esempio, dobbiamo aspettare che ci sia un conflitto e possono volerci ore. E ancora, serve una grande capacità d'attenzione: anche se si registra tutto con una videocamera, quando si osserva non ci si può distrarre un attimo.

Una volta a casa si parte con la seconda fase.

Sì. Anzitutto i dati raccolti vanno informatizzati, costruendo tabelle in cui si riporta tutto quello che è stato osservato, annotandone l'ordine sequenziale e il momento preciso: gli eventi, i singoli comportamenti, le espressioni facciali, i tempi di reazione dei vari soggetti. Per un'ora di girato, questo può richiedere due o tre ore di lavoro. Poi si comincia l'analisi, contando le frequenze degli eventi osservati e cercando di metterle in relazione tra loro. Naturalmente per tutto ciò è fondamentale la statistica, senza non si può fare nulla.

E così spaventiamo chi non ama la matematica...

Ma non c'è nulla di cui spaventarsi! Intanto parliamo di una matematica applicata, che si può tranquillamente imparare strada facendo, mano a mano che serve. E anche se si può pensare che sia la parte noiosa del lavoro, non è affatto detto che sia così: io per esempio adoro quel senso di attesa che si crea quando si analizzano i dati. È un momento molto appassionante.

A proposito di passione: quella per i primati è innata o acquisita?

Nel mio caso è acquisita. All'università ero interessata alla genetica, ma ho deciso di seguire comunque il corso di etologia di Floriano Papi (uno dei massimi etologi italiani, NdR). Per caso mi è stata proposta una tesi sugli scimpanzé e lì c'è stato il colpo di fulmine. Come i bonobo, sono

Gruppo di *Macaca tonkeana*.

FOTOGRAFIA DI CHRISTOPHE CHATIN

molto coinvolgenti e divertenti da osservare: hanno una gestualità straordinaria, una grande capacità comunicativa e sofisticate strategie politiche. Ma in realtà tutti i primati sono sorprendenti, non solo le scimmie antropomorfe. Quando ho cominciato a studiare babbuini e macachi non immaginavo che fossero così complessi dal punto di vista delle relazioni sociali e invece ho osservato atteggiamenti incredibili, come quello della femmina di *Macaca tonkeana* che, dopo aver osservato un'aggressione, è andata a baciare la vittima per consolarla.

C'è qualcosa che ha imparato dai primati e che ora applica alla sua vita quotidiana?

Mi hanno insegnato a capire che aggressività e pace sono due facce della stessa medaglia, che c'è un momento per il conflitto e uno per la sua risoluzione. Questo in qualche modo mi ha portato a essere meno "rancorosa", ad accettare di più anche i difetti delle persone.

Ci spieghi meglio: gli animali possono insegnarci a "far pace"?

Certo! Siamo portati a pensare che violenza sia uguale a natura e pace a cultura, ma non è così: sia l'aggressività sia la tendenza alla pacificazione hanno basi biologiche. Se anche uno scimpanzé può risolvere un conflitto, significa che questo comportamento non ha bisogno di una grande infrastruttura culturale e filosofica. Penso che dovremmo imparare a dare più fiducia alla nostra componente puramente biologica.

Tornando al lavoro del primatologo: quali sono le difficoltà principali di quello sul campo?

Ce ne sono tantissime e spesso non ci si pensa, si guardano i documentari in tv e sembra che sia tutta una bella passeggiata nella foresta. Invece la prima cosa da considerare è che il biglietto aereo per una zona tropicale comprende quasi sempre anche il "bonus" dissenteria: spesso sul campo il 20% della giornata se ne va per la gestione di problemi di salute. Poi ci sono le difficoltà logistiche legate alle osservazioni: cominci a seguire un gruppo e magari dopo un paio di giorni lo perdi. Oppure uno degli individui su cui

CORTESIA DI E. PALAGI

Primo piano di un giovane bonobo.

ti stavi concentrando muore (ci è successo di recente con un cucciolo di lemure). Naturalmente ogni specie ha le sue criticità. I lemuri, per esempio, passano molto tempo sugli alberi e sono difficili da individuare: bisogna stare tutto il tempo con il naso all'insù, il che in una foresta non è sicurissimo. Altre difficoltà dipendono dall'ambiente particolare in cui ci si trova: lavoriamo con strumenti elettronici, a partire da registratori e telecamere, ma spesso al campo i caricatori funzionano solo per poche ore al giorno, quelle in cui è disponibile l'elettricità, quindi bisogna organizzarsi bene perché sia tutto a posto.

Ha mai vissuto in foresta situazioni veramente critiche?

Non legate all'ambiente naturale, però ce ne sono state di legate alla situazione politica, specialmente in Madagascar nell'ultimo periodo. Sono stata sull'isola tre volte: nel 2006, nel 2008 e nel 2011. Nel 2006 le condizioni erano difficili (stiamo parlando di un paese estremamente povero), ma l'atmosfera era abbastanza serena; lo stesso nel 2008, anche se si capiva che le cose stavano cambiando e infatti l'anno successivo c'è stato un colpo di stato dell'esercito. Durante la nostra ultima spedizione ci siamo sentiti davvero insicuri: nel tragitto dalla cittadina di Fort Dauphin alla foresta di Berenty, dove svolgevamo le osservazioni, per esempio, la nostra jeep è stata fermata da un gruppo di militari che, fucili in mano, ci ha chiesto in sostanza il pagamento di un "pizzo": il fatto che indossassero una divisa governativa era veramente inquietante. Anche quest'anno avremmo dovuto partecipare a una nuova spedizione, ma abbiamo rinunciato per via di gravi episodi di violenza nei villaggi ai margini della foresta. Sono situazioni estremamente drammatiche non solo per il nostro lavoro, ma anche perché negli anni con la popolazione locale abbiamo costruito un rapporto, avviato delle iniziative, per esempio in collaborazione con alcune scuole: ora tutto rischia di interrompersi.

Almeno dal punto di vista scientifico, però, appena tornati a casa le difficoltà finiscono...

Non proprio. I primatologi si scontrano di continuo con la comunità scientifica degli antropologi, che spesso fatica ad accettare i nostri risultati. So che sto per dire una cosa polemica, ma il fatto è che molti scienziati ancora non riescono ad accettare la natura animale dell'essere umano e continuano ad assegnargli un ruolo speciale. Il problema è che noi

I lemuri passano moltissimo tempo sugli alberi rendendo molto difficile l'osservazione

PHOTOS.COM

PER APPROFONDIRE

— E. Alleva, N. Tiliacos, *Consigli a un giovane etologo*, Franco Muzzio Editore, Roma 2003.

— J. Goodall, *L'ombra dell'uomo*, Orme editori, Roma 2012.

— F. de Waal, *L'età dell'empatia. Lezioni dalla natura per una società più solidale*, Garzanti, Milano 2011.

— E. Visalberghi, *Idee per diventare etologo. Osservare il comportamento degli animali*, Zanichelli, Bologna 2006.

SBADIGLIARE IN FAMIGLIA

Sbadigliare è contagioso, si sa. Basta guardare o ascoltare qualcuno che sbadiglia e viene voglia anche a noi di farlo. Quello che forse non tutti sanno è che il contagio è tanto più efficiente quanto più "vicini" sono gli osservatori alle persone che sbadigliano: in altre parole, veniamo "contagiati" più facilmente (e rispondiamo più in fretta) se a sbadigliare è un parente o un amico. Lo ha scoperto proprio Elisabetta Palagi, con il collega Ivan Norscia, grazie a uno studio condotto osservando il comportamento di un centinaio di esseri umani adulti. Per i ricercatori, questo tipo di gradiente suggerisce che il fenomeno di contagio dello sbadiglio non sia altro che la conseguenza di una forma base di empatia, la capacità di riconoscere e condividere le emozioni altrui e di reagire di conseguenza: anche i comportamenti empatici, infatti, sono più frequenti verso amici o parenti. In realtà, molti altri indizi portano a un collegamento contagio-empatia: per esempio, il fatto che il contagio si manifesti solo a partire dai 4-5 anni, proprio l'età in cui i bambini cominciano a riconoscere le emozioni altrui, o il fatto che sia meno evidente in persone che soffrono di disturbi dell'empatia, come l'autismo. Con i loro dati, però, Norscia e Palagi hanno aggiunto un sostegno di tipo comportamentale. E il discorso non finisce qui, perché a un certo punto Palagi, insieme alla primatologa Elisa Demuru, ha deciso di effettuare la stessa indagine anche nel bonobo, parente strettissimo di *Homo sapiens*. I risultati dello studio, condotto su una colonia di animali che vive in cattività in un centro primatologico olandese e pubblicato poche settimane fa sulla rivista "PLoS One", parlano chiaro: sono più le somiglianze che le differenze tra le due specie. Anche nei bonobo si manifesta il contagio dello sbadiglio, con una risposta allo stimolo che, proprio come negli esseri umani, è in genere molto veloce (meno di un minuto). Soprattutto, anche nei bonobo il contagio è più facile tra individui che condividono legami di parentela o di coesione sociale. Per le due studiose, questo significa che anche nei bonobo il contagio è modulato da meccanismi di tipo empatico: meccanismi probabilmente ereditati sia da noi sia dai nostri cugini attuali (scimpanzé e bonobo) da un antenato comune vissuto circa 7 milioni di anni fa.

ELISA DEMURU

ELISA DEMURU

mettiamo in discussione questo ruolo speciale, trovando in altri primati le basi biologiche di comportamenti che si pensavano soltanto umani. La mia ultima esperienza è di poco tempo fa e si riferisce alla lavorazione editoriale di uno studio sul contagio dello sbadiglio nel bonobo. L'avevo intitolato *In Bonobos, as in Humans, Yawn Contagion Is Higher among Kin and Friends*. Ebbene, alla fine l'editore l'ha pubblicato senza l'inciso *as in Humans*.

IN RETE!

Jane Goodal Institute News, iniziative, informazioni sulle attività della studiosa e tutto quello che c'è da sapere sugli scimpanzé. **www.janegoodall.org**

Orangutan Foundation Sito web della fondazione istituita da Biruté Galdikas e dedicata allo studio e alla conservazione degli oranghi. **www.orangutan.org**

Animali e morale Conferenza TED di Frans de Waal sul comportamento morale negli animali. **link.pearson.it/614FAA22**

Si dice primatologia e si pensa a figure come quelle di Jane Goodall, Dian Fossey o Biruté Galdikas (che si occupa degli oranghi nel Borneo): quanto sono state importanti per lei?
Sono figure leggendarie, alle quali va dato il merito di aver portato alla luce specie di cui si sapeva veramente poco e di aver lavorato (o lavorare) molto sul tema importantissimo della conservazione. Dal punto di vista scientifico, però, i miei riferimenti principali sono altri: l'italiana Elisabetta Visalberghi, che ha saputo cogliere le grandi capacità manipolative dei cebi e Frans de Waal, che si è concentrato sull'importanza delle relazioni sociali nei primati e ha messo in luce il fatto che gli animali non sono sempre motivati da spinte egoistiche: funzionano anche quelle altruistiche.

Spesso la primatologia è considerata un lavoro da donne: è davvero così?
È indubbio che sia una disciplina che attira molto le ragazze, anche se credo che sia semplicistico dire – come fanno alcuni – che sia perché riversiamo sulle scimmie il nostro desiderio di maternità.

VALENTINA MURELLI
è giornalista ed editor scientifica freelance. Oltre che con Pearson Italia, collabora con varie testate, tra cui "L'Espresso", "OggiScienza", "Il Fatto Alimentare", "Le Scienze" e "Meridiani".

Però vorrei sottolineare che il mondo della primatologia è comunque molto maschile, se non maschilista. Sulle riviste naturalistiche, alla "National Geographic", compaiono spesso servizi su primatologhe che sono anche belle ragazze, ma se si va a guardare la realtà si scopre che nelle posizioni accademiche più prestigiose le donne sono ancora sotto rappresentate. Proprio come accade in altre discipline scientifiche e nonostante pubblichino di più e meglio dei loro colleghi maschi.

CLIL - Approfondimento in lingua inglese

MASSIVE SHRINKAGE IN AFRICAN GREAT APE HABITAT SINCE 1990S

Great-ape habitat in Africa has shrunk precipitously in the past two decades, according to the first continent-wide survey of the state of environmental conditions suitable for the animals.
Gorilla habitat has been hit particularly hard, researchers have concluded. Since 1995, Cross River gorillas have lost 59% of their habitat; eastern gorillas have lost 52%; and western gorillas have faced a 31% loss. Bonobos have suffered a 29% loss in their habitat; central chimpanzees have experienced a 17% shrinkage, and western chimpanzees, 11%.

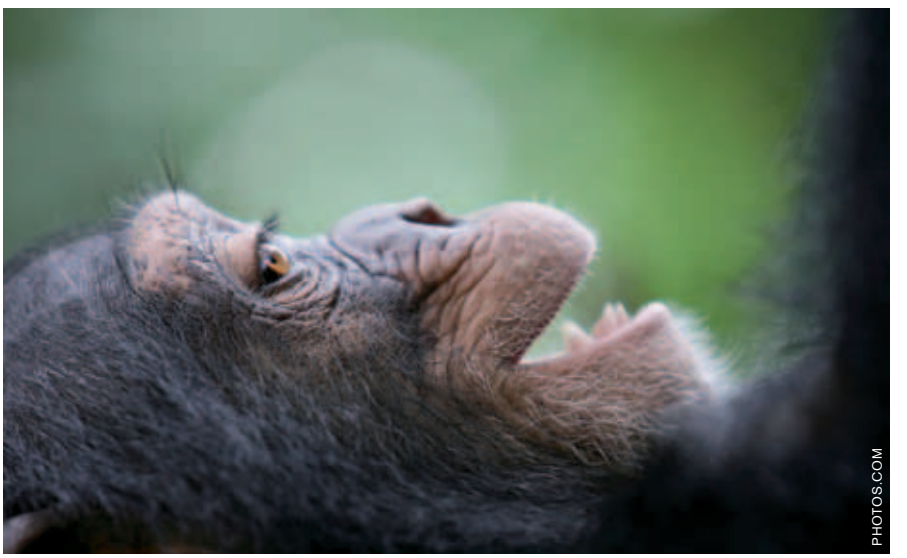
According to a paper published in the biogeography journal "Diversity and Distributions", the areas that underwent the greatest habitat loss were found in the centre and east of the Democratic Republic of the Congo, western Equatorial Africa and the upper Guinean forest in Liberia.
The one apparent bright spot for humankind's closest relatives came in habitats suitable for Nigeria-Cameroon chimpanzees and eastern chimpanzees, which saw almost no change. But even here, the researchers point out, this lack of decline may be attributable to habitat loss in east and west Africa having already been substantial by the 1990s.

Great-ape watchers may have become accustomed to reading about habitat loss and population declines, and indeed, researchers have previously engaged in a range of site-specific efforts and landscape surveys aimed at assessing the decline of suitable environmental conditions for African great apes. But what makes the new survey all the more unnerving is that until now, very few studies have combined the considerable body of existing geographic-information-system and remote-sensing information and ape population data on such a scale.

To provide a new assessment that went beyond the patchwork of local efforts, 47 scientists from 31 institutions analysed data compiled in the Ape Populations, Environments and Surveys database – a depository launched in 2007 by the International Union for the Conservation of Nature that contains all existing ape survey information – isolating some 15 000 confirmed great-ape sites in 68 different areas. Then, comparing the environmental conditions such as climate, vegetation and human impact at these locations to sites across tropical Africa where there was an absence of apes, the researchers were able to more precisely calculate the 'suitable environmental conditions' – or habitat – necessary for apes to live. The authors then fed this habitat assessment into a statistical model to estimate what remained of these environmental conditions across Africa in 1995, and again in 2010.

The authors say that the rapid losses over the past two decades are a result of the sharp socio-economic changes the region experienced in this period, as previously untouched forests became criss-crossed by logging roads. Much of what had remained of previously intact African ape range is now being rapidly converted to human-dominated spaces. There remain pockets of prime ape habitat, but they are often in protected areas. It is unknown whether these protected zones are large enough for the apes or even sufficiently protected.
Drawing on existing research and pointing to the low density of chimpanzees in Sierra Leone, Guinea, Guinea-Bissau and Uganda, the investigators add that as long as poaching pressure is limited, there are some groups that can maintain themselves in mixed-use areas. At the same time, chimpanzees enjoy much greater behavioural flexibility than gorillas, making it easier for them to survive in human-modified landscapes.
On the basis of these findings, the authors conclude that conservation efforts need to be "radically scaled up".

L. Phillips, in "Nature news blog", September 28th 2012.
link.pearson.it/F846FB98


PHOTOS.COM

Femmina di gorilla.

Ora tocca a te

DOMANDE E ATTIVITÀ

1. La primatologia è la branca della biologia che studia le scimmie, denominate *Primati* in relazione alla superiorità di alcuni caratteri: in paragone con altri gruppi di mammiferi, individua e descrivi in un breve brano tali tratti distintivi, soffermandoti in particolare sull'anatomia degli arti e sull'innovativa morfologia del cranio.

2. Tra le varie caratteristiche dei primati, la sofisticata capacità visiva ha costituito certamente un fattore evolutivo vincente. Rispondi in modo essenziale alle seguenti domande:

a) quale vantaggio deriva dal fatto di avere gli occhi frontali con campo visivo in parte comune, ossia la cosiddetta visione binoculare?
b) a quale caratteristica, a livello della retina, è dovuta la capacità di vedere a colori?

Dopo aver risposto alle domande sei pronto per una verifica diretta con una scimmia speciale… te stesso:

c) prova a muoverti con un occhio coperto in un ambiente poco noto e magari in penombra, e apprezza la difficoltà a individuare la distanza degli oggetti;
d) valuta, inoltre, quanto meno evidenti sono i colori quando la luce scarseggia;
e) infine, hai mai notato che quando osservi un oggetto piccolo e poco luminoso (per esempio una stella sulla volta celeste) per vederlo hai la necessità di puntare lo sguardo leggermente a lato, con la cosiddetta visione distolta? Consultando il tuo manuale scolastico, o dopo una ricerca in biblioteca o su Internet, fornisci adeguate spiegazioni.

3. L'evoluzione dei primati si è svolta negli ultimi 50-60 milioni di anni, mentre andava verso il suo compimento la frammentazione del supercontinente Gondwana; coerentemente con ciò, individua in quali aree continentali si sono evoluti i 3 grandi raggruppamenti di primati: i lemuri, le platirrine (come il cebo) e le catarrine (come il babbuino). Poi ricerca su Internet quali differenti caratteristiche si sono sviluppate nei tre gruppi.

Procedendo dall'alto esemplare di lemure, babbuino e cebo.

4. I primati più strettamente imparentati con gli esseri umani formano il gruppo delle "scimmie antropomorfe", corrispondente alla superfamiglia *Hominoidea*; ne fanno parte scimpanzé, bonobo, gorilla e oranghi (con 2 specie ciascuno), oltre ai gibboni (15 specie) e all'uomo stesso. Ricerca i nomi scientifici della famiglia dei gibboni e di generi e specie delle altre antropomorfe e, dopo esserti opportunamente documentato, prepara uno schema che rappresenti la filogenesi con tanto di riferimenti temporali.

5. Il dubbio che l'essere umano sia più propriamente una "scimmia umana" l'aveva già posto il grande Charles Darwin con la pubblicazione nel 1871 di *The descent of man*, in cui proponeva che gli stessi meccanismi di selezione naturale che incidono per ogni altra specie avessero guidato pure l'evoluzione umana tra le altre scimmie. Oggi sappiamo che tra esseri umani e scimpanzé vi è solamente poco più dell'1% di differenza genetica; sapresti spiegare a che cosa sono dunque riconducibili le evidenti diversità anatomiche e comportamentali tra i due primati?
Considerando che anche tra le due specie di scimpanzé – quello comune (*Pan troglodytes*) e il bonobo (*Pan paniscus*) – le differenze genetiche sono prossime all'1%, trova giustificazione il titolo *The rise and fall of the third chimpanzee* scelto nel 1991 dall'antropologo statunitense Jared Diamond per il suo saggio sulla storia umana.

6. Spostando infine l'attenzione sulla nostra parentela ancora più stretta, realizza una rapida ricerca su scoperte e pubblicazioni relative ad altre specie del genere *Homo* convissute con *Homo sapiens* nel suo recente passato: per ognuna delle specie individuate, scrivi una breve descrizione con i dati temporali e geografici, i caratteri morfologici e le differenze genetiche, e i dubbi tuttora aperti.

Un salvadanaio per l'**ENERGIA**

SHUTTERSTOCK

L'energia che costa meno è quella che non consumiamo. Qualsiasi politica di risparmio, però, deve essere accompagnata da una svolta culturale, da un nuovo stile di vita: piccola guida a riferimenti e indicazioni per consumare meno sul fronte energetico.

SIMONA REGINA

Abiti e accessori biodegradabili e riciclabili, per ridurre i costi ambientali di produzione, ma anche la quantità di scarti alla fine del ciclo di vita dei prodotti. Packaging ridotti all'osso, per minimizzare l'impatto sull'ambiente: le confezioni diventano scarti, quindi rifiuti da smaltire. Scelta e lavorazione delle materie prime tali da ridurre i consumi di risorse energetiche e naturali, in particolare energia elettrica e acqua. Per affrontare la sfida globale della sostenibilità ambientale, anche la moda diventa green. La Camera nazionale della moda, per esempio, ha elaborato un *Manifesto della sostenibilità*, un decalogo per guidare il *Made in Italy* verso la nuova frontiera del bello sì, ma eco-friendly [1]. E Puma, l'azienda tedesca di abbigliamento sportivo, ha da poco lanciato la nuova collezione di capi *InCycle*: t-shirt, felpe, scarpe e accessori totalmente biodegradabili o riciclabili. Le felpe, per esempio, sono realizzate in poliestere riciclato ottenuto dalle bottiglie in Pet. A loro volta potranno essere trasformate in granulato di poliestere che servirà per la realizzazione di altri prodotti. Si

riducono così sia il consumo di energia necessario per produrre nuove materie prime sia l'inquinamento ambientale, perché i capi non passano direttamente dall'armadio alle discariche o agli impianti di incenerimento.

Transizione energetica

Insomma, anche un capo di abbigliamento può contribuire a una maggiore efficienza energetica. Così come sono molte le azioni quotidiane che possono ridurre lo spreco di energia. «L'uomo contemporaneo» scrive il giornalista Antonio Galdo nel libro *Non sprecare* (Einaudi, Torino 2008) «è finito a grandi passi nel labirinto delle fonti fossili. Una trappola energetica che non ha più frontiere e ha costretto ormai i governi a mettere in agenda nuove politiche per ridurre gli sprechi e modificare le fonti di approvvigionamento, sostituendo almeno parzialmente petrolio, gas e carbone. Uscirne dunque è allo stesso tempo una necessità e un'opportunità.» Ma qualsiasi politica di risparmio energetico non può non essere accompagnata da una svolta culturale, da un nuovo stile di vita per il quale il benessere non si associ a consumi inutilmente elevati di energia. Perché, vale la pena ribadirlo, l'unione fa la forza e gli sforzi comunitari, nazionali e individuali devono mirare al raggiungimento dello stesso obiettivo. Il nostro pianeta, in fondo, è come un'astronave con risorse limitate, pertanto «insistere su tecnologie superate o su abitudini consolidate a livello internazionale, nazionale e personale sarebbe disastroso per la nostra generazione e ancor di più per quelle future. Il tempo delle scelte innovative e coraggiose è questo» scrivono Nicola Armaroli e Vincenzo Balzani nel libro *Energia per l'astronave Terra* (Zanichelli, 2011).
Tutti possiamo fare la nostra parte. Ricordandoci, per esempio, di spegnere sempre la luce quando usciamo da una stanza. Non lasciando televisione, radio, computer e altri apparecchi elettronici in stand by (o *sleep mode*): quella spia rossa che rimane accesa quando non sono in funzione, ma che continua a consumare elettricità e fa lievitare le bollette. Utilizzando la lavastoviglie solo a pieno carico. Sostituendo le tradizionali lampadine con quelle a risparmio energetico. Utilizzando più di una volta gli asciugamani quando pernottiamo in albergo. Riducendo la temperatura dell'acqua quando facciamo la lavatrice: «Un lavaggio a 90 gradi» spiega Galdo «assorbe il doppio di energia elettrica rispetto a un identico carico di panni lavato a 60 gradi».

Ricordarsi sempre di spegnere gli apparecchi elettronici in stand by contribuisce al risparmio energetico.

Più si risparmia, meno si emette

Analizzando le abitudini di una famiglia tipo italiana di quattro persone, l'Eni ha calcolato che bastano semplici accorgimenti nella vita quotidiana per diminuire fino al 30% le spese per il consumo di energia, risparmiando fino a 1600 euro l'anno, quasi una "quattordicesima fai da te". E per sensibilizzare i cittadini sui temi del risparmio energetico e della sostenibilità ambientale, nel 2007 ha lanciato la *Campagna 30 percento*, offrendo 24 consigli per una maggiore efficienza energetica. Sono semplici azioni pratiche che se fossero adottate da tutti consentirebbero di ottenere un notevole beneficio per l'intera nazione, sia per quanto riguarda la spesa energetica del paese, sia in termini di abbattimento del biossido di carbonio. Una riduzione del 30% dei consumi delle famiglie consentirebbe, infatti, di evitare ogni anno l'emissione di oltre 50 milioni di tonnellate di questo gas serra.

Verso una maggiore efficienza

«Fare efficienza energetica significa riuscire a fare di più con meno, adottando le migliori tecnologie e tecniche disponibili sul mercato e un comportamento consapevole e responsabile verso gli usi energetici.» Lo ricorda l'Enea (Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile) nel *Rapporto per i cittadini sull'efficienza energetica* [2]. «Nella vita quotidiana l'energia è invisibile e gran parte dei consumi è abituale, legata ad automatismi difficili da modificare. Per tali motivi è necessario accrescere la consapevolezza dei consumatori riguardo ai vantaggi individuali e collettivi che derivano da un uso più razionale dell'energia.» Eliminando, per esempio, sprechi e perdite dovuti al funzionamento e alla gestione non ottimale delle caldaie e degli elettrodomestici che abbiamo in casa e, in generale, degli edifici in cui viviamo o lavoriamo o dei mezzi di trasporto si ottengono inevitabilmente notevoli vantaggi, sia economici sia ambientali. Come si legge nel rapporto, infatti, negli ultimi trent'anni le emissioni di CO_2 in atmosfera sono aumentate del 60%: la crescita economica ha determinato un incremento della domanda di servizi energetici e, di conseguenza, dei

SHUTTERSTOCK

PICCOLI GESTI DI RISPARMIO QUOTIDIANO

Ecco una check list di quello che ognuno può fare per risparmiare energia. Le indicazioni sono tratte dalla *Campagna 30 percento* di Eni (**link.pearson.it/9D0FEC86**).

In casa

1. Non lasciare gli elettrodomestici in *stand by*.
2. Usare lampadine a basso consumo.
3. Installare riduttori di flusso d'acqua.
4. Installare valvole termostatiche sui termosifoni.
5. Usare la lavatrice a temperature basse (40/60° C).
6. Usare la lavastoviglie solo a pieno carico.
7. Isolare il cassonetto degli avvolgibili.
8. Non utilizzare l'asciugatura ad aria calda nella lavastoviglie.
9. Sostituire il vecchio frigorifero con uno nuovo più efficiente.
10. Sostituire la vecchia lavatrice con una nuova più efficiente.
11. Sostituire lo scaldabagno elettrico con uno a gas.
12. Scegliere una caldaia più efficiente.
13. D'inverno tenere in casa una temperatura di 20° C.
14. D'estate ridurre l'uso del condizionatore in casa.

In auto

15. Usare correttamente l'aria condizionata.
16. Mantenere una velocità moderata in autostrada.
17. Mantenere un'andatura regolare in città.
18. Utilizzare le marce alte.
19. Evitare di riscaldare il motore a veicolo fermo.
20. Controllare la pressione dei pneumatici almeno una volta al mese.
21. Scegliere pneumatici *fuel saver*.
22. Scegliere lubrificanti *fuel economy*.
23. Non utilizzare accessori che penalizzino l'aerodinamica dell'auto.
24. Evitare carichi superflui.

consumi di energia. Una maggiore efficienza energetica consentirebbe di utilizzare meno combustibili fossili e quindi di ridurre il livello delle emissioni di gas a effetto serra, che come sappiamo contribuiscono al surriscaldamento globale.

Europa 2020

Ridurre il consumo di energia e prevenire gli sprechi sono obiettivi prioritari dell'Unione europea, che alla fine del 2006 si è impegnata a ridurre del 20% le emissioni di gas a effetto serra, migliorare l'efficienza energetica del 20% e aumentare la quota di energie rinnovabili nel suo mix energetico del 20%. Entro il 2020. Per trasformare l'economia comunitaria in un'economia a basso consumo di energia: più sicura, più competitiva e più sostenibile.
Per esempio, aumentare la quota di energia prodotta da fonti rinnovabili (energia eolica, solare, idraulica, mareomotrice, geotermica e da biomassa) permetterebbe di ridurre non soltanto le emissioni di gas a effetto serra, derivanti dalla produzione e dal consumo di combustibili fossili, ma anche la dipendenza dell'Europa dalle importazioni di questo tipo di combustibili, in particolare gas e petrolio.
L'efficienza energetica, al centro della strategia *Europa 2020*, è una tappa fondamentale dunque per il conseguimento degli

SIMONA REGINA
è giornalista. Dopo aver gestito l'ufficio stampa della Scuola internazionale superiore di studi avanzati (Sissa) di Trieste, ora scrive di scienza come freelance. Collabora con "Corriere.it", "Wired.it", "Le Scienze", "Mente & Cervello", "Tutto Scienze & Salute".

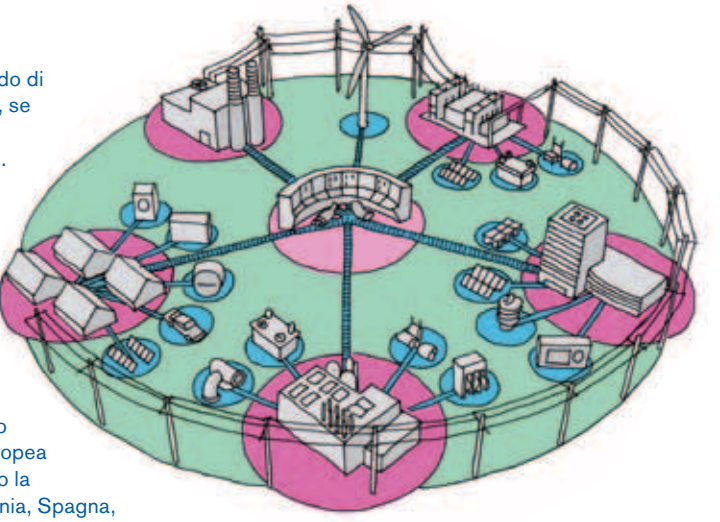
Esempio di trasporto a bassa emissione di gas inquinanti.

obiettivi a lungo termine in materia di energia e clima. Tuttavia, la Commissione europea, tenendo conto delle misure di efficienza energetica attuate fino a dicembre 2009, ha stimato che l'Ue difficilmente riuscirà a raggiungere in pieno l'obiettivo di ridurre il consumo energetico del 20%. Per questo ha elaborato un nuovo piano di efficienza energetica [3], che prevede di potenziare gli sforzi nei settori dell'edilizia (incentivando il processo di ristrutturazione di edifici pubblici e privati, per aprire la strada a quelli a basso consumo energetico), dell'industria (introducendo per esempio audit energetici per individuare dove è possibile ridurre i consumi) e dei trasporti (che rappresentano il 32% del consumo finale di energia: si tratta del settore a crescita più rapida in termini di consumo energetico e quello che dipende in misura maggiore dai combustibili fossili).
Dato che le risorse dei combustibili fossili non sono infinite ed è necessario risolvere il problema dei gas serra, a marzo 2011, la Commissione ha presentato anche una *road map*, ovvero una tabella di marcia verso un'economia competitiva a basse emissioni di carbonio, fissando l'obiettivo comunitario di ridurre le emissioni di gas a effetto serra almeno dell'80% entro il 2050. Inevitabilmente, lo sviluppo di un'economia a basse emissioni di carbonio richiederà maggiori investimenti in tecnologie pulite e infrastrutture, come per esempio le reti elettriche intelligenti, le cosiddette Smart Grids.

Chi cerca trova

In Europa è già possibile trovare moltissimi esempi di soluzioni intelligenti e innovative. A Stoccolma, per esempio, la stazione centrale converte il calore corporeo dei pendolari in acqua calda, che viene poi utilizzata per riscaldare alcuni uffici situati nelle vicinanze, non solo riducendo le emissioni ma generando anche risparmi del 20-25% sulla bolletta energetica dell'immobile [4]. In Danimarca, la scuola Gedved a Horsens, riesce a risparmiare 30 000 euro all'anno sulla bolletta

ELETTRICITÀ INTELLIGENTE



Le Smart Grids sono reti intelligenti per la distribuzione di elettricità, in grado di erogare energia agli utenti, ma anche di ritirare l'energia generata "in casa", se il cliente ha un proprio impianto di produzione (per esempio pannelli solari termici o pannelli fotovoltaici) [8]. Infatti, grazie alla tecnologia dei contatori intelligenti, il flusso energetico può essere bidirezionale: in altri termini è possibile attingere corrente elettrica dalla rete distributiva principale, ma anche produrre localmente energia rinnovabile e utilizzarla per le proprie esigenze, al di fuori della rete di erogazione elettrica, o rivenderla all'ente erogatore. Le Smart Grids applicano dunque alle reti elettriche gli stessi principi che sono alla base di Internet, in cui qualsiasi dispositivo connesso può inviare e ricevere contenuti. In questo modo il consumatore può diventare anche produttore di energia e ha la possibilità, senza precedenti, di controllare e gestire direttamente il consumo energetico: uno strumento in più per utilizzare l'energia in modo efficiente. La Comunità europea ha lanciato a novembre 2011 il progetto *Grid4EU* (**www.grid4eu.eu**), sotto la direzione tecnica di Enel, che mira a implementare in Italia, Francia, Germania, Spagna, Svezia e Repubblica Ceca sei progetti dimostrativi di soluzioni avanzate di Smart Grids.

Il museo marittimo Scaplane Harbour di Tallin usa l'acqua marina per soddisfare il 70% del suo fabbisogno energetico.

energetica grazie all'energia solare e le risorse risparmiate sono investite nell'istruzione [5]. Grazie al mar Baltico, invece, il museo marittimo Seaplane Harbour di Tallinn, in Estonia, riesce a risparmiare il 70% di energia elettrica: l'edificio è dotato infatti di un sistema di riscaldamento autonomo che usa l'acqua del mare come fonte di calore: a vantaggio dell'ambiente ma anche delle proprie tasche [6]. Se queste sono alcune delle iniziative segnalate sul sito della campagna europea *A world you like. With a climate you like*, promossa per incentivare azioni concrete a favore di una netta riduzione delle emissioni di biossido di carbonio, Legambiente evidenzia i vantaggi del vivere in edifici ben progettati e costruiti, come per esempio il Kondominium Rosenbach a Bolzano. Grazie all'assenza (o quasi) di dispersioni di calore e a consumi energetici ridotti, sia d'estate sia d'inverno, si possono risparmiare fino a 2000 euro all'anno. È quanto emerge dalla radiografia energetica del patrimonio edilizio italiano realizzata nell'ambito della campagna Tutti in classe A [7]. Insomma, vivere in edifici ben progettati e ben costruiti conviene a tutti, perché l'energia che costa meno è quella che non consumiamo.

RISORSE

1 *Manifesto della sostenibilità per la moda italiana*. Promosso dalla Camera Nazionale della Moda Italiana. Scaricabile online: **link.pearson.it/64268CF4**

2 *Rapporto per i cittadini sull'efficienza energetica*, Unità Tecnica Efficienza Energetica dell'ENEA. Scaricabile online: **link.pearson.it/1321BC62**

3 *Piano di efficienza energetica 2011 della Commissione Europa*, scaricabile online: **link.pearson.it/ED651809**

4 *How a body's natural heat can be used as a building's energy source*, in "A world you like". **link.pearson.it/9A62289F**

5 *A school with the latest green technologies*, in "A world you like". **link.pearson.it/36B7925**

6 *Using sea heat to power a museum*, in "A world you like". **link.pearson.it/746C49B3**

7 Tutti in classe A, Legambiente. **link.pearson.it/EA08DC10**.

8 **link.pearson.it/837919DE**

IN RETE!

Politica europea per l'energia Una sintesi della legislazione europea sulle questioni energetiche. **link.pearson.it/406BD3C**

Energia e ambiente Sito, in inglese, della Direzione generale ambiente dell'Ue. **link.pearson.it/73018DAA**

Obiettivo efficienza energetica Sito curato dall'Unità tecnica efficienza energetica dell'Enea, con informazioni per migliorare l'uso razionale dell'energia per le famiglie, le imprese e la pubblica amministrazione. **www.efficienzaenergetica.enea.it**

Verso la riduzione di CO_2 Tabella di marcia per un'Europa competitiva a basse emissioni di carbonio entro il 2050. **link.pearson.it/E3BE903B**

PER APPROFONDIRE

— S. Regina, *Green è bello. E necessario*, in "Linx Magazine", n. 13, 2012, pp. 12-16.

Ora tocca a te

L'EFFICIENZA ENERGETICA IN CLASSE

Il risparmio energetico si impara anche a scuola. Il successo del progetto IUSES - *Intelligent Use of Energy at School*, finanziato dalla Commissione Europa nell'ambito del programma *Intelligent Energy Europe* e vincitore dell'*Energy Globe Award Italia* 2012, ne è una testimonianza. Coordinato da Area Science Park di Trieste, in due anni di attività ha coinvolto 12 Paesi europei sensibilizzando 147 000 insegnanti e studenti delle scuole superiori a un uso più efficiente dell'energia nella vita di tutti i giorni. E a quanto pare, i comportamenti "ecologicamente corretti" innescati dal progetto hanno fatto risparmiare in tutto 1,1 milioni di KWh ed evitato un dispendio di circa 3500 tonnellate di CO_2.
Sulla scia di questa iniziativa, il parco scientifico triestino, insieme ad altri partner e con il finanziamento del Fondo europeo di sviluppo regionale (e altri fondi nazionali), ha avviato un nuovo progetto triennale di cooperazione transfrontaliera, per promuovere comportamenti e stili di vita improntati su risparmio energetico, oculata gestione delle risorse idriche e riciclaggio dei rifiuti: *Teaching Sustainability across Slovenia and Italy*. Il progetto coinvolgerà gli studenti delle scuole superiori della Slovenia, del Friuli-Venezia Giulia e delle provincie di Ferrara, Ravenna, Venezia, Padova, Rovigo e Treviso.

DOMANDE E ATTIVITÀ

La progettazione e la ristrutturazione degli edifici, i materiali utilizzati per l'involucro esterno, gli infissi installati sono tutti elementi chiave per garantire standard di vita confortevoli e migliorare il rendimento energetico delle nostre abitazioni.
Visto che la maggior parte dell'energia utilizzata negli edifici (più del 50%) è legata al riscaldamento d'inverno e al condizionamento dell'aria d'estate, è necessario porre grande attenzione all'efficienza delle caratteristiche strutturali per ridurre i costi energetici.
Per rispondere alle seguenti domande consulta il manuale per gli studenti *L'efficienza energetica negli edifici* realizzato per il progetto IUSES (scaricabile dalla sezione **www.iuses.eu/ita/downloads.php**).

1. In che modo un buon isolamento può ridurre il trasferimento di calore attraverso le pareti, i tetti e le finestre?

2. Perché le finestre e le porte sono le parti più deboli nell'involucro di un edificio e sono responsabili in media della dispersione di un terzo del calore in inverno e del freddo in estate in un edificio?

3. Che cosa significa vivere in classe A? Quali strumenti si usano per la diagnosi energetica degli edifici? Che cosa sono i cappotti termici? Quali vantaggi comportano? Per rispondere a queste domande consulta anche il report *Tutti in classe A*, realizzato da Legambiente nell'ambito della campagna sull'efficienza energetica in edilizia (**link.pearson.it/EA08DC10**).

4. Che cos'è una pompa di calore e come funziona? Per quale motivo il fattore di riscaldamento della pompa di calore deve essere superiore a 1?

5. Come si può utilizzare l'energia solare a casa, a scuola e negli edifici in generale?

6. Come funziona un condizionatore? Elenca alcuni consigli e suggerimenti per il buon utilizzo di un condizionatore.

7. Quale sarebbe la posizione ideale per installare un frigorifero? (Segna la/e risposta/e sbagliata/e):
☐ Vicino al forno
☐ In una piccola stanza senza finestre
☐ Ovunque sia distante da fonti di calore

SHUTTERSTOCK

8. In quale fase lavatrice e lavastoviglie consumano la maggior quantità di energia?

9. La preparazione di acqua calda per uso domestico è in genere la seconda voce per importanza nei consumi energetici di una famiglia. È importante dunque impedire qualunque perdita di acqua calda: per fare un esempio, lo sgocciolio di 10 gocce al minuto porta a uno spreco di 40 litri la settimana. Che cosa si può fare per diminuire il consumo di acqua?

10. Fai un inventario (da solo o in gruppo) di tutte le fonti del consumo energetico (elettrodomestici, illuminazione, riscaldamento, raffrescamento) nella tua scuola e nella tua casa, registra e calcola i consumi per stabilire quanta energia viene consumata e valuta quali misure si possano prendere per rendere gli edifici più efficienti dal punto di vista energetico. Per svolgere questa attività applica le misure di risparmio energetico apprese dal manuale IUSES per gli studenti *L'efficienza energetica negli edifici*.

11. L'illuminazione artificiale è responsabile di una parte importante del consumo di energia elettrica. Nelle abitazioni e negli uffici una percentuale compresa tra il 20 e il 50% del totale del consumo è dovuto proprio all'illuminazione. Il metodo più semplice e più ovvio per eliminare i consumi inutili di energia è spegnere le luci non necessarie. Quale fonte di luce artificiale consente di risparmiare fino al 60-80% di energia?

12. A casa siamo circondati da tantissimi elettrodomestici: frigoriferi, lavatrici, lavastoviglie, condizionatori. Il prezzo d'acquisto degli elettrodomestici e degli strumenti elettronici, di solito è il criterio base per la scelta: per quanto i modelli ad alta efficienza abbiano un prezzo iniziale più alto, tuttavia permettono risparmi significativi. Che cos'è l'etichetta energetica? E quale lettera o colore è più efficiente?

13. Qual è l'elettrodomestico che ha i più alti consumi medi annui? E perché?

14. Spazio alla creatività. Immagina e descrivi una giornata senza elettricità. Dalla sveglia al mattino, alla lettura di un libro prima di andare a dormire. Come vivevano i nostri predecessori prima della scoperta dell'elettricità?

15. Un po' di storia. Disegna un asse del tempo e indica quando sono apparsi i principali elettrodomestici. Inizia dalla lampadina.

16. Elenca almeno cinque consigli utili per risparmiare energia (e quindi carburante) e ridurre le emissioni di CO_2 quando si utilizza l'automobile. Per rispondere a questa domanda consulta la *Guida 2012 al risparmio di carburanti e alle emissioni di CO_2 delle auto* (**link.pearson.it/94B9A0AD**) e il materiale disponibile sul sito del progetto IUSES (**link.pearson.it/F47E2948**).

17. Macchina, autobus, metropolitana, scooter, bicicletta. Sono diversi i mezzi di trasporto usati per andare a scuola, al cinema, a fare la spesa. Qual è il tuo mezzo di trasporto preferito? Calcola quanto tempo impieghi utilizzando diversi mezzi di trasporto in una settimana. E considera quali spostamenti si potrebbero effettuare in bicicletta o camminando. Qual è il modo più veloce per arrivare nella tua scuola, considerando la distanza, il traffico, la facilità di parcheggio?

18. Considerando che una persona che si sposta per andare al lavoro con i mezzi pubblici, invece che con l'automobile, risparmia più di 750 litri di benzina in un anno, quanti litri di benzina si risparmierebbero se tu e altri 9 compagni di classe usaste il trasporto pubblico invece dell'automobile privata per andare a scuola? Che cosa succederebbe se riusciste a convincere altre 10 persone nell'utilizzare i mezzi pubblici per andare a scuola, al lavoro, all'università? I vantaggi dei mezzi pubblici sono indicati nel manuale per gli studenti *Trasporto sostenibile e mobilità* realizzato per il progetto IUSES (scaricabile dalla sezione **www.iuses.eu/ita/downloads.php**).

LABORATORIO MARZIANO

ANDREA FERRERO

Il 7 agosto scorso la sonda robotica *Curiosity* è atterrata sul suolo di Marte. Ma che cosa ci è andata a fare e, soprattutto, perché un robot e con quali criteri è stato costruito? Ce lo spiega un ingegnere della principale azienda aerospaziale italiana.

JPL, Pasadena, 7 agosto 2012. Sotto il bel sole della California brillano i flash dei fotografi e si accalcano le telecamere e i microfoni dei giornalisti, ma per una volta al centro delle loro attenzioni non ci sono le star di Hollywood: tutto l'interesse è per un tozzo veicolo a sei ruote, più simile a un trattore che a un'automobile. È la copia esatta di *Curiosity*, il veicolo che il giorno prima è atterrato con successo sulla superficie di Marte, per la gioia e il sollievo delle 5000 persone che lavorano al Jet Propulsion Laboratory di Pasadena, per tutti JPL, un centro spaziale affiliato alla Nasa e all'Università di California Caltech.

Tra la folla dei curiosi ci sono anch'io, che grazie alla gentilezza dei miei colleghi al JPL ho potuto visitare il centro in un giorno molto speciale. Il nervosismo che tormentava i progettisti fino a ieri è passato («We need all the best wishes we can get» mi aveva scritto uno di loro qualche giorno prima) e ha lasciato il posto all'entusiasmo e al relax. Tra molti sorrisi mi portano nel centro di controllo dove vengono monitorati tutti i progetti di esplorazione spaziale lanciati dal JPL e tuttora attivi, a partire da *Pioneer 2* (progettato per durare 4 anni e ininterrottamente in funzione da 35) e nelle camere di integrazione e prova dove è stato sviluppato e testato il progetto Mars Science Laboratory. Un lavoro incredibilmente complesso. Ma cominciamo dall'inizio.

NASA/JPL-CALTECH/MSSS

Guarda il video sul laboratorio SAM
link.pearson.it/D91B6C88

L'autoritratto del rover, ottenuto combinando 55 diverse fotografie.

In giro per lo spazio

Arrivare laddove nessun essere umano è mai giunto prima: come in *Star Trek*, potrebbe essere questo lo slogan delle missioni di esplorazione spaziale, un'avventura iniziata più di mezzo secolo fa, con il satellite russo *Sputnik*, passata attraverso successi clamorosi come lo sbarco umano sulla Luna, quando sembrava che tutti i sogni degli scrittori di fantascienza si potessero realizzare, e tragedie devastanti come le due esplosioni dello *Space Shuttle*, nel 1986 e nel 2003, quando si temeva che il programma spaziale americano si potesse arrestare per sempre. Qual è il futuro dell'esplorazione planetaria? Proviamo a capirlo guardando da vicino *Curiosity* o, per essere più precisi, Mars Science Laboratory (il nome dell'intera missione, di cui *Curiosity* è il rover sceso sulla superficie di Marte).

Cose da uomini o da robot?

Potrà ferire il nostro orgoglio antropocentrico, ma i robot sono astronauti decisamente migliori degli esseri umani: non solo non hanno bisogno di mangiare e di dormire, ma rispetto a noi sopportano tranquillamente vuoto, temperature estreme e dosi alte di radiazioni. Hanno bisogno soltanto di un po' di energia, che può essere fornita dal Sole o da un propulsore nucleare e immagazzinata da una batteria. Infine, ma non è cosa da poco, non devono essere riportati sani e salvi sulla Terra. È per questo che progettare una sonda per trasportare un robot è enormemente più semplice che progettarne una per il trasporto di astronauti in carne e ossa ed è per questo che, da quando l'informatica ha garantito le prestazioni necessarie, tutte le missioni di esplorazione si sono svolte con i robot invece che con equipaggio umano. *Curiosity* non fa eccezione: non è un semplice veicolo, ma un vero e proprio laboratorio semovente con tutti gli strumenti necessari per analizzare la superficie di Marte. Svolgerà

NASA/JPL-CALTECH

Il braccio robotico di Curiosity analizza il suolo di Marte.

diligentemente il suo lavoro per qualche anno e poi resterà lì ad aspettare la prossima missione sul suolo marziano. Robotica anche quella.
Questo significa che noi ci siamo relegati a semplici comprimari dei robot? Per fortuna no, al punto che si continua a parlare di possibili basi abitate sulla Luna o su Marte, ma indiscutibilmente il ruolo degli apripista è destinato alle macchine. Gli esseri umani arriveranno in un secondo momento, quando lo sviluppo tecnologico permetterà di preparare un ambiente adatto per gli astronauti.

Un pianeta accogliente

In termini astronautici Marte, il pianeta rosso, è un ambiente abbastanza accogliente. Orbita, gravità e composizione del suolo sono relativamente simili a quelle terrestri. C'è anche un'atmosfera, per quanto rarefatta, che aiuta un po' a smorzare l'escursione di temperatura tra le stagioni. Tutt'altra cosa rispetto a Venere, con le sue nuvole di acido solforico, gli oltre 400°C all'ombra e la pressione atmosferica quasi cento volte più alta di quella terrestre. Ma anche rispetto a Mercurio che, vicinissimo al Sole e praticamente privo di atmosfera, ha escursioni di temperatura tra il giorno e la notte che possono arrivare a 600°C e che metterebbero a dura prova qualsiasi strumento.

Per la sua somiglianza con la Terra, Marte è sempre stato considerato il miglior candidato del Sistema solare a ospitare eventuali altre forme di vita, ma anche una buona palestra per le sonde spaziali. Nonostante questo, circa la metà delle missioni su Marte è fallita, a testimoniare la difficoltà dell'esplorazione spaziale. Se escludiamo i satelliti intorno al pianeta, la prima sonda ad atterrare su Marte fu Viking, nel 1976, che segnò l'immaginario di una generazione con le sue fotografie rossastre e spettrali della superficie del pianeta, mentre il primo rover a spostarsi effettivamente sul suolo marziano fu *Sojourner*, nel 1997: un piccolo veicolo a sei ruote, grande come un triciclo. Nel 2003 è stata la volta di Mars Exploration Rover, con i due rover gemelli *Spirit* e *Opportunity*, quest'ultimo tuttora in funzione. Molte missioni e molte informazioni raccolte: ma allora, che bisogno c'era di *Curiosity*?

Un laboratorio molto attrezzato

La verità è che abbiamo appena iniziato, in tutti i sensi, a scalfire la superficie. Le missioni marziane svolte finora hanno permesso numerose scoperte relative all'atmosfera, alla composizione del suolo e alla storia del pianeta, in termini per esempio di campo magnetico, di attività vulcanica e tettonica, e così via. La scoperta più celebre è probabilmente quella della presenza di acqua, indicata dapprima da indizi e poi da prove sempre più dirette. Ma, come succede sempre con gli scienziati, ognuna di queste risposte porta con sé altre domande e l'obiettivo di *Curiosity* è quello di dare risposte (e, inevitabilmente, suscitare altre domande) in alcuni di questi settori: in particolare, il clima e la geologia di Marte. I vari strumenti a bordo del rover (tra gli altri telecamere, spettrometri, cromatografi, analizzatori ai raggi X e a diffrazione) hanno lo scopo di studiare i meccanismi di formazione delle rocce, il ciclo dell'acqua, la storia dell'atmosfera marziana e lo spettro delle radiazioni. Benché non sia il suo obiettivo principale, la ricerca più affascinante è quella di possibili tracce di vita: per questo *Curiosity* sta anche cercando composti organici del carbonio o altre sostanze che potrebbero rappresentare gli effetti di processi biologici. La missione servirà anche a raccogliere dati in vista di una possibile missione abitata su Marte. Come sempre accade, gli obiettivi di Mars Science Laboratory sono variegati: da quelli scientifici a quelli tecnologici a quelli simbolici e di immagine (per esempio rilanciare l'interesse per l'esplorazione spaziale).

Ridondare è meglio

L'esplorazione spaziale, infatti, non è mai una mera questione di ricerca scientifica: è stata anche, con la guerra fredda, un modo per cercare la supremazia tecnologica e militare, poi, con la Stazione spaziale internazionale, un modo per mettere alla prova la cooperazione pacifica tra Paesi diversi nell'industria avanzata, ed è tuttora, tra le altre cose, una via per testare processi e metodi di lavoro per affrontare progetti di grande complessità con gruppi internazionali di tecnici e scienziati.
L'immagine tradizionale dei progetti spaziali è quella del banco di prova per la tecnologia più avanzata. Questo è vero soltanto in parte. La maggiore difficoltà di questo genere di missioni, probabilmente, non sta nelle tecnologie ma nella necessità di operare per anni senza manutenzione: senza nessuno che, per esempio, possa stringere una vite allentata o richiudere un contatto elettrico che si è aperto: cose che in altre situazioni si possono fare normalmente e senza nemmeno pensarci. Questo problema genera una particolare filosofia di progetto, in cui i componenti critici vengono "ridondati" (cioè costruiti doppi, in modo che il componente di riserva possa subentrare in caso di guasto di quello principale) e si cerca di simulare a terra ogni possibile guasto che potrebbe avvenire dopo il lancio, con campagne di collaudo che possono durare anni.

Errori piccoli, ma fatali

Allo sviluppo di un progetto come Mars Science Laboratory lavorano migliaia di persone, ognuna con la sua piccola ma ben definita parte di responsabilità. Anche un componente minimo può portare al fallimento dell'intera missione, come avvenne nel caso del disastro dello Space Shuttle *Challenger*, esploso al lancio nel 1986 per una catena di eventi innescata dalla rottura di una guarnizione da pochi centesimi. Tutto questo fa sì che gli ingegneri spaziali siano ben consapevoli dell'importanza dei dettagli e che siano un po' scaramantici nei giorni precedenti al lancio di una missione, come è successo ai miei colleghi del JPL. Del resto, non molti anni fa, nel 1998-99, anche il laboratorio di Pasadena ha conosciuto l'onta di tre fallimenti consecutivi, proprio con delle missioni su Marte (Mars Climate Orbiter, Mars Polar Lander e Deep Space 2). In almeno due casi, come determinarono le successive inchieste della NASA, il fallimento fu dovuto a cause banali: Mars Climate Orbiter precipitò perché il

ANDREA FERRERO
ingegnere, lavora presso la sede Thales Alenia Space Italia di Torino, dove è attualmente responsabile di un progetto del satellite Bepi Colombo, destinato allo studio di Mercurio. Si occupa anche di divulgazione scientifica con il CICAP.
Con S. Bagnasco e B. Mautino ha scritto *Sulla scena del mistero* (Sironi 2010).

La navicella spaziale Space Shuttle esplose poco dopo il lancio per un piccolo errore che risultò fatale.

DOPO LA SUPERFICIE, L'INTERNO

Per sapere come è stato vissuto "dall'interno" il progetto Mars Science Laboratory abbiamo rivolto qualche domanda al giornalista scientifico Guy Webster, addetto stampa al JPL per le missioni su Marte.

Quante persone hanno lavorato al progetto Mars Science Laboratory?
Più di 3100 al JPL e oltre 4000 altrove, incluse organizzazioni in almeno 33 stati.

Qual è stata la sfida più difficile da superare per realizzare questa missione?
Far atterrare su Marte un oggetto da una tonnellata: non era mai stato fatto prima ed è stata l'impresa più difficile.

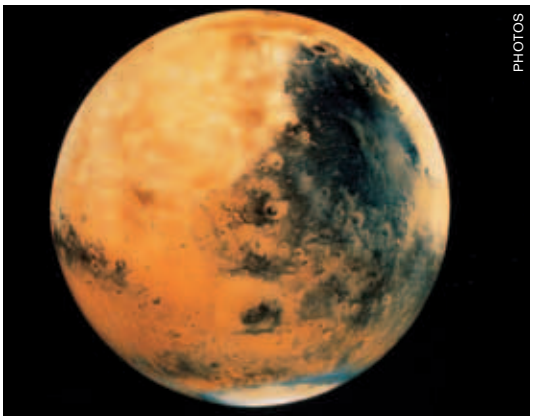
Quali sono stati, finora, il momento più intenso e il momento più difficile della missione?
La conferma che *Curiosity* era sopravvissuto all'atterraggio è stata certamente il momento più emozionante di tutta la missione, principalmente perché tutte le persone coinvolte sapevano quanto sarebbe stato difficile, e quante cose avrebbero dovuto funzionare negli ultimi minuti.

C'è il rischio che missioni di questo tipo vengano cancellate a causa della crisi finanziaria globale?
La prossima missione NASA su Marte, la sonda MAVEN che studierà i processi nell'alta atmosfera, è a buon punto per il lancio programmato l'anno prossimo. La missione è gestita dal centro spaziale NASA Goddard (di Greenbelt, Maryland, NdR).

Quali saranno le prossime missioni del JPL per l'esplorazione di Marte?
La prossima sarà InSight, che userà un lander per studiare l'interno di Marte. InSight sarà equipaggiato con un sismometro e una sonda termica che arriverà in profondità per studiare la storia geologica del pianeta. Il lancio è previsto per il 2016.

software di bordo eseguiva i calcoli con le unità di misura del sistema internazionale e quello di Terra usava quelle del sistema imperiale britannico (con le libbre al posto dei kg), mentre Mars Polar Lander precipitò perché il software interpretò una vibrazione come l'impatto sulla superficie e spense i motori quando era ancora a 40 metri di altezza. Ecco perché il lancio di Curiosity è stato preparato con cura maniacale.

NASA


PHOTOS

Il pianeta Marte.

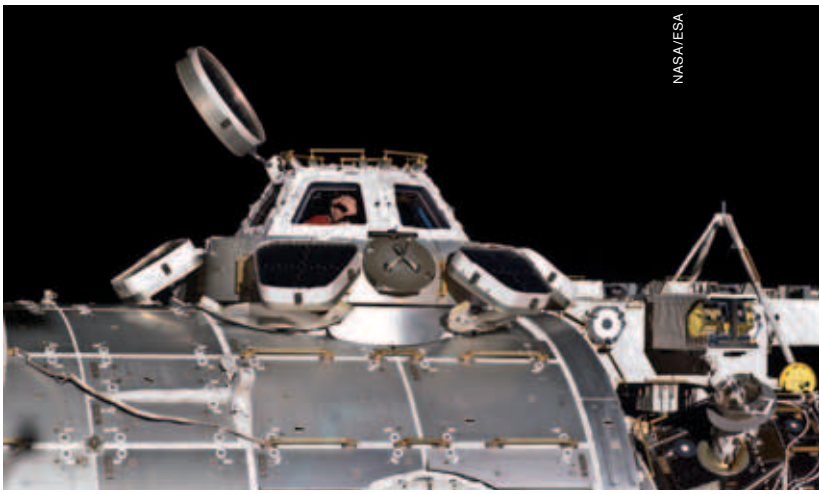
IDENTIKIT DEL PIANETA ROSSO

CARATTERISTICHE FISICHE	
Diametro	6800 km, circa metà della Terra
Massa	$6{,}4 \times 10^{23}$ kg, circa un decimo di quella terrestre
Atmosfera	composta per il 95% da biossido di carbonio. La pressione alla superficie è meno di un centesimo di quella terrestre
Segni particolari	Marte ha il più grande vulcano del sistema solare (attualmente non attivo), il Monte Olimpo, alto circa 24 km. Ha anche un sistema di canyon lunghi 4000 km e profondi fino a 8 km: sulla Terra arriverebbero da Mosca a Lisbona. Il colore rossastro è dovuto alla presenza in superficie di ossido di ferro, cioè ruggine

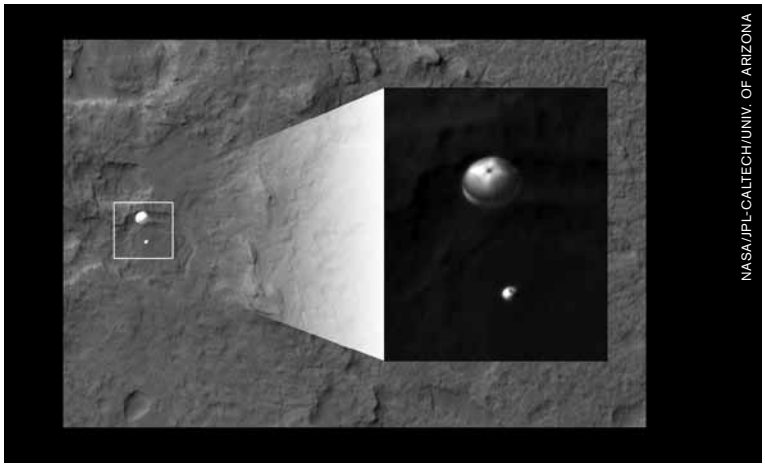
CARATTERISTICHE ORBITALI	
Periodo di rivoluzione	687 giorni, circa il doppio dell'anno terrestre
Periodo di rotazione	1,03 giorni terrestri
Distanza media dal Sole	228 milioni di km, una volta e mezza quella della Terra
Inclinazione dell'asse	25,19° (quella dell'asse terrestre è 23,45°)
Satelliti naturali	2, Phobos e Deimos
Segni particolari	L'inclinazione dell'asse marziano fa sì che Marte abbia stagioni relativamente simili a quelle terrestri, durante le quali le calotte polari si allargano e si restringono. Le calotte polari marziane, però, sono composte non solo da ghiaccio ma anche da ghiaccio secco, cioè biossido di carbonio congelato

UN'AZIENDA SPAZIALE

Pochi sanno che l'Italia fu il terzo Paese al mondo, dopo Unione Sovietica e Stati Uniti, a lanciare un proprio satellite nello spazio (ma con un razzo americano): avvenne nel 1964, appena sette anni dopo il lancio dello *Sputnik*, con il satellite *San Marco A*, progettato da un gruppo dell'ingegnere Luigi Broglio. L'Italia fu anche il primo Paese straniero a collaborare con la NASA e la lunga tradizione italiana nel settore spaziale continua tuttora, con la partecipazione a missioni guidate dalle agenzie spaziali europea e italiana e collaborazioni con la NASA e agenzie di altre nazioni.
La principale azienda italiana del settore è Thales Alenia Space Italia (**www.thalesgroup.com/Space**), che fa capo a una joint venture tra il gruppo francese Thales e quello italiano Finmeccanica. Thales Alenia Space ha oltre 2000 addetti divisi tra Roma, Torino, L'Aquila e Milano.
L'azienda si è occupata di progetti in tutti i settori dell'industria spaziale: per esempio ha costruito gran parte dei moduli abitati per la Stazione Spaziale Internazionale e sta attualmente sviluppando il veicolo di rientro IXV. Ha progettato inoltre satelliti scientifici, per telecomunicazioni e per osservazione terrestre e sta attualmente partecipando alla realizzazione del sistema di navigazione Galileo sviluppato dall'Europa come alternativa al GPS americano.



Cupola, la "finestra" della Stazione spaziale internazionale, progettata da Thales Alenia Space.



Un documento storico: l'atterraggio di Curiosity fotografato dall'altro satellite NASA Mars Reconnaissance Orbiter. Sono visibili il paracadute e la piattaforma di discesa.

Sette minuti di terrore

Di tutta la missione, il momento più difficile, quello che ha tenuto tutti con il fiato sospeso, è stato sicuramente l'atterraggio su Marte, durato in tutto sette minuti, che molti commentatori hanno ribattezzato "di terrore". In un primo momento la capsula di protezione termica si è staccata dal modulo di crociera (che aveva assicurato il viaggio dalla Terra a Marte) ed è entrata nell'atmosfera a circa 21 000 chilometri orari, frenando il rover e scaldandosi fino a 1600° C per proteggere l'interno dal surriscaldamento. Quando la velocità è scesa a 1450 km orari si è aperto il paracadute ipersonico che ha ulteriormente frenato la discesa, finché il rover e la piattaforma di discesa si sono staccati dalla capsula e hanno proseguito la frenata con l'aiuto di retrorazzi. Infine la piattaforma di discesa ha calato il rover sul suolo marziano con un sistema usato per la prima volta in questa occasione: una "gru celeste" che, sospesa in aria dai retrorazzi, ha fatto delicatamente scendere il rover con quattro cavi, per poi volare via.
L'animazione al link **link.pearson.it/8414DDC7** mostra quella che sembra la scena di un film di fantascienza: verrebbe quasi da pensare che il sistema sia stato cambiato rispetto a quello usato per i precedenti rover marziani (il cui atterraggio veniva smorzato da robusti airbag) apposta per rendere le cose più spettacolari. In realtà questo sistema complicato e interamente automatico era una scelta obbligata, perché la grande massa di *Curiosity* (quasi una tonnellata) rendeva impossibile usare gli airbag, e perché l'atmosfera di Marte è troppo rarefatta per un sistema di atterraggio con il solo paracadute e troppo densa per uno con i soli retrorazzi.

Primi dati

Le scoperte di Curiosity sono arrivate fin dai primi giorni dopo la discesa nel cratere Gale. Il terreno esplorato, formato da un conglomerato di sassi arrotondati e materiale sabbioso, si è mostrato simile al fondale di un fiume terrestre, indicando che in passato l'acqua doveva essere presente in grandi quantità. Almeno per ora, invece, non sono state trovate tracce di metano, la cui presenza avrebbe fatto sperare nell'esistenza di forme di vita marziane (dato che il metano presente sulla Terra è prodotto per circa il 90% da attività biologiche). Non è escluso tuttavia che si trovino tracce del gas in futuro. A parte il metano, l'atmosfera di Marte è comunque interessante. I dati raccolti dal rover mostrano concentrazioni più basse di isotopi pesanti di carbonio e argon rispetto a quelle stimate al momento della formazione del pianeta in base alla composizione delle meteoriti marziane precipitate sulla Terra. La perdita di isotopi leggeri potrebbe

L'EUROPA NON STA A GUARDARE

Anche l'Europa si sta preparando ad andare su Marte: lo farà con la missione ExoMars, che a partire dal proprio nome (un richiamo all'esobiologia) dichiara l'intenzione di cercare tracce di vita sul pianeta rosso: lo scopo principale della missione, a differenza di *Curiosity*.
Il progetto ExoMars prevede una sonda (da lanciare nel 2016) che analizzerà la superficie del pianeta per trovare tracce di attività biologica e un rover (da lanciare nel 2018), dotato di un trapano che perforerà il suolo marziano e preleverà campioni di terreno da analizzare con la strumentazione di bordo. Altro obiettivo della missione sarà raccogliere informazioni in vista di un possibile sbarco umano su Marte.
L'Italia è a capo del consorzio industriale incaricato di sviluppare ExoMars, attraverso la sede Thales Alenia Space di Torino, che è *prime contractor* del programma, nonché responsabile del progetto del modulo di rientro, discesa e atterraggio e del laboratorio che verrà montato a bordo del rover.
Il direttore generale dell'ESA Jean-Jacques Dordain si è sbilanciato molto in favore di ExoMars, definendola una missione "ancora più unica" di quella di *Curiosity*, ma il destino della missione europea è sempre stato appeso a un filo, da quando, nel 2008, il progetto non riuscì a raccogliere i finanziamenti necessari tra i vari paesi europei. L'ESA decise allora di modificare drasticamente il progetto per aprirlo alla collaborazione con la NASA, che però recentemente si è tirata indietro, sempre per problemi di budget. Si è allora ipotizzato di andare avanti da soli, ma in questo caso bisognerebbe trovare almeno altri 150 milioni di euro: impresa quasi disperata, in epoca di crisi dell'Euro e tagli ai bilanci. La situazione si è sbloccata soltanto lo scorso novembre, quando è stato annunciato l'accordo tra l'ESA e l'agenzia spaziale russa Roscosmos, che fornirà i lanciatori Proton per le due missioni e contribuirà con il sistema di atterraggio del rover e anche all'orbiter con alcuni strumenti scientifici.

I tre moduli di ExoMars: l'orbiter, il modulo di rientro, discesa e atterraggio e il rover.

essere stata causata da un alleggerimento dell'atmosfera e quindi questi dati suggeriscono che un tempo l'atmosfera marziana (oggi 100 volte più rarefatta di quella terrestre) sarebbe stata molto più densa, al punto di giustificare la presenza di acqua liquida sul pianeta.
Dopo avere studiato l'atmosfera di Marte, nelle prossime settimane *Curiosity* comincerà ad analizzare campioni solidi, alla ricerca di indizi che suggeriscano la compatibilità delle condizioni ambientali con la vita batterica. Il rover cercherà poi di risalire il monte Sharp e di analizzare i diversi strati di cui è composto, per permettere ai geologi di studiare l'evoluzione delle condizioni ambientali di Marte nel tempo. Il programma di ricerca è progettato per durare almeno due anni terrestri e le cose da indagare sono moltissime: l'avventura dell'esploratore con le ruote è soltanto all'inizio.

PER APPROFONDIRE

— G. Bignami, *L'esplorazione dello spazio*, Il Mulino, Bologna 2006.
— G. Caprara, *Storia italiana dello spazio*, Bompiani, Milano 2012.

IN RETE!

***Curiosity* cinguetta** Pagina twitter del rover.
https://twitter.com/MarsCuriosity

Obiettivo Marte Sezione del sito del JPL dedicata a Mars Science Laboratory.
http://mars.jpl.nasa.gov/msl

In viaggio con la sonda Applicazione JAVA per rivivere l'intero viaggio di *Curiosity* dalla Terra a Marte. **http://eyes.nasa.gov**

Oltre la Terra Sezione del sito della NASA dedicata all'esplorazione spaziale.
www.nasa.gov/exploration

CLIL - Approfondimento in lingua inglese

THE HOT BATHS OF MARS

To understand Mars we need to understand its on-again off-again tango with liquid water. It's not just the search for past or present life on Mars that hinges on this, but the search for a complete chemical, geophysical, and climatological history of the red planet. Water is such a potent agent for topographical and mineralogical alteration that its presence leaves layer upon layer of complex clues – the challenge is to pick these apart. When Curiosity recently discovered clear evidence for a dried up stream-bed in the alluvial fan of a crater this was one example of how Mars' history is littered with episodes where liquid water gushed, seeped, and likely pooled on the planetary surface.

Now a remarkable new study has not only found evidence of liquid water on Mars and its chemical impurities, but also the actual temperature at which it existed. The clues come from one of the best resources we have for studying Mars without actually going there – martian meteorites.
The 'nakhlites' are a class of igneous rock (frozen magma) that formed on Mars about 1.3 billion years ago, were blasted from the surface in a giant impact event about 11 million years ago, and have been falling onto the Earth during in the past 10,000 years.

Based on the ages at which these rocks crystallized and the chronology of martian craters we can even place their origin somewhere on the volcanic plains of northern Mars, either Tharsis or Syrtis Major. Studying the detailed structure and chemical 'veins' in these meteorites provides a unique probe of the conditions in which they once existed on Mars. Publishing in the December issue of Earth and Planetary Sciences Letters, the authors Bridges and Schwenzer present an investigation of the mineralogical structures in one of the nakhlite rocks using electron microscopy.

What they find is clear evidence for a progression of minerals deposited in the rock veins that could only occur in the presence of hot liquid water. First is iron carbonate – which crystallizes out from carbon-dioxide rich water at about 150 Centigrade (super heated), followed by clay-like minerals that form as the water cools down to about 50 Centigrade. All of this stuff has been enriched by sodium and potassium salts – in a slightly alkaline mix. In other words, these rocks were bathed in the equivalent of a hot briny spring.

So what could have driven this sort of environment millions of years ago on Mars? The authors speculate that an earlier asteroid impact on Mars could have melted carbon-dioxide rich

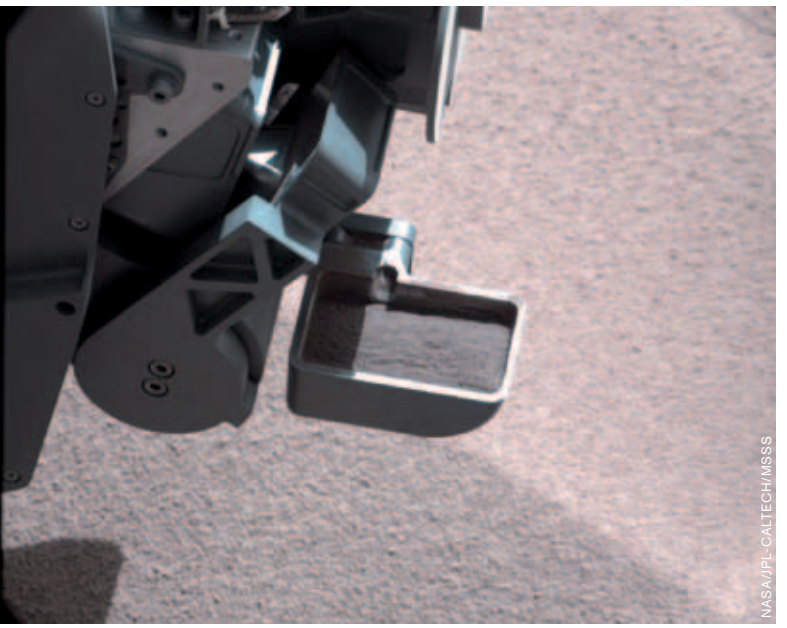
Scientists enhanced the color in this version to show the Martian scene as it would appear under lighting conditions on Earth, which helps in analyzing the terrain.

water ice and forced it under pressure into the surrounding terrain – like a great hand smacking into a wet sponge. This hot water would have flowed and percolated through the subsurface of the volcanic plains, gradually cooling down and depositing all the minerals we see. Although the nakhlite rocks might have only been seeped in these hydrothermal waters for a few months there is evidence that the deeper rocks they once sat on could be part of a much longer lived wet and chemically rich environment. And this particular type of environment is a direct analog to hydrothermal systems here on Earth, with hot water and the kind of low-acidity, salt-rich chemistry that we know is very much habitable for all manner of microbial organisms.

All of which I think suggests once again that Mars really has, and used to have, a strong potential for life – but the fundamental nature of the Martian habitable zone is different from that of Earth. It appears to have been episodic, and reliant on mechanisms such as impact events in ways that may be unique to this dusty red world.

C. Scharf, in "Scientific American", november 16th 2012, **link.pearson.it/E15DCAD9**

Ora tocca a te


NASA/JPL-CALTECH/MSSS

DOMANDE E ATTIVITÀ

1. Osserva l'illustrazione che trovi all'indirizzo **link.pearson.it/F53ABF5** e che contiene tutti i dati di cinematica dell'atterraggio di *Curiosity* su Marte: puoi leggervi che la discesa è durata 403 secondi. Basandoti sui dati reperibili nella figura e in particolare su quello della velocità iniziale, calcola il valore della decelerazione media mantenuta dalla capsula durante l'atterraggio. Visto che la quota (distanza dal suolo) iniziale dell'atterraggio è di 125 km, prova anche a calcolare quanto ci avrebbe messo la capsula se non avesse frenato e cioè se il moto fosse stato di caduta libera. In questo caso estremo si può trascurare l'attrito dell'atmosfera marziana. L'accelerazione di gravità su Marte è di circa 3,7 m/s^2.

2. Quanto pesa *Curiosity* su Marte (ovviamente in Newton)? La sua massa è elencata nella tabella dell'articolo che hai appena letto.

3. Calcola la tua età in anni marziani. Se invece la esprimi in giorni marziani quanto vale, visto che il giorno marziano è quasi simile a quello terrestre? (L'anno marziano è di 687 giorni terrestri).

4. Se sulla sonda ci fossero stati astronauti, avrebbero dovuto affrontare il problema del ritorno a casa. Quale sarebbe stata la minima velocità iniziale (velocità di fuga) per lasciare il pianeta? Esprimila in km/s e confrontala con quella di fuga dalla Terra.

5. Il laboratorio a bordo di *Curiosity* contiene molti strumenti di misura particolari: spettrometri, cromatografi, analizzatori ai raggi X e a diffrazione. Fai una ricerca in rete e realizza una scheda per ognuno di loro, integrandola con immagini e disegni.

6. Spiega che cos'è l'orbita di trasferimento di Hohmann. Per documentarti, può essere utile consultare l'articolo online *Il volo verso Marte* di David P. Stern del Goddard Space Flight Center del Maryland: **link.pearson.it/78549B63**.

SCIENZA E SOCIETÀ

Il cinema da sempre ha narrato i viaggi nello spazio. Prova a elencare i film che si basano su fatti realmente accaduti (come *Apollo 13*) distinguendoli da quelli di pura invenzione. Come vedrai, il pianeta rosso ha ispirato molti autori: dedica una sezione della tua lista ai titoli dei film specifici su Marte e prova a progettare un poster con le varie locandine.

SCRIVERE DI SCIENZA

1. Scrivi un articolo scientifico per il giornalino scolastico che abbia come tema *Schiaparelli e i canali di Marte*. La vicenda risale al 1877 ma è sempre attuale, perché?

2. Il pianeta Marte è diventato un protagonista della storia dell'astronomia soprattutto grazie a Johannes Keplero che nel 1609 nel trattato *Astronomia Nova* esponeva i risultati del suo studio sull'orbita del pianeta, che portavano alla conclusione che fosse ellittica e non circolare. Le tre famose leggi di Keplero sono dunque nate dai dati raccolti dalle osservazioni del moto di Marte. L'astronomo che le realizzò è Tycho Brahe. Leggi le biografie dei due astronomi e prova a scrivere un breve dialogo che verta sul pianeta Marte, avente Keplero e Brahe come protagonisti.

PICCOLO LABORATORIO

Prova a ricreare il suolo marziano in classe, con i compagni. I materiali occorrenti sono: un contenitore di plastica abbastanza grande, sabbia, alcuni piccoli oggetti di ferro (come chiodini o anche le spugnette di ferro che si usano in cucina), acqua. Riempite il contenitore di sabbia e aggiungete gli oggetti di ferro, magari sminuzzando con una forbice la spugnetta. Innaffiate ogni giorno e osservate il formarsi della ruggine che, dopo circa una settimana, renderà la sabbia del colore marziano desiderato.

INSEGNARE LA **COMPETENZA DIGITALE**

Seconda puntata della nostra guida alla digital literacy, con i grandi temi caldi della questione: insegnare ai ragazzi un uso consapevole delle nuove tecnologie e trovare il modo giusto di valutare gli apprendimenti.

DAVIDE MANCINO
TIZIANA MORICONI

Nel numero 13 di "Linx Magazine" abbiamo definito che cosa si intenda oggi, nell'era del Web 2.0, per "competenza digitale" (*digital literacy*) e sottolineato che esistono tre sfere d'azione fondamentali per costruirla: quella tecnologica, quella cognitiva e quella etica. Ora vogliamo invece rispondere ad alcune domande più specifiche: la competenza digitale può essere insegnata a scuola? E se sì, come farlo? Esistono strumenti per valutarne l'applicazione? E ancora: l'uso delle tecnologie a scuola sta migliorando la qualità dell'apprendimento?

Sempre più tech

La scuola si sta riempiendo di tecnologia. Con l'inaugurazione del nuovo anno scolastico, il Ministero dell'istruzione, dell'università e della ricerca ha stipulato un accordo con gli assessori all'istruzione di dodici regioni per distribuire più di 77 000 tablet, oltre a nuove LIM e pc, e per attivare 2764 Cl@ssi 2.0 e 17 Scuole 2.0 [1]. In Lombardia – altro esempio – con il bando regionale Generazione Web sono stati stanziati 8,5 milioni di euro per introdurre tablet e altri strumenti digitali in mille classi [2]. Vari editori scolastici stanno cominciando a confezionare lezioni pensate per la scuola digitale, soprattutto tutor di materie con esercizi da gestire online [3]. Ma insegnare ai ragazzi a usare la rete in modo consapevole e critico, mentre si ha anche un programma scolastico da portare avanti, è qualcosa di diverso e appare un compito tutt'altro che facile.

Insomma, come si fa a passare dalla teoria sulla competenza digitale alla pratica? «L'industria spinge per la diffusione della tecnologia, ma nella scuola i precetti alla base della "media literacy" non si traducono ancora in proposte concrete», risponde Pier Cesare Rivoltella, docente di teoria della comunicazione presso l'Università Cattolica del Sacro Cuore di Milano, e parte del consiglio direttivo del Cremit (Centro di ricerca sull'educazione ai media, all'informazione e alla tecnologia. **www.cremit.it**). Nel panorama internazionale, però, soprattutto negli Stati Uniti e nel Regno Unito, è possibile trovare qualche ispirazione.

Spunti per lezioni

Se si cerca in rete, le buone idee non mancano. Un'iniziativa interessante è quella di Common Sense Media (**www.commonsensemedia.org**): un'associazione americana senza scopo di lucro molto attiva nel promuovere la "consapevolezza digitale" e la *e-citizenship* nella scuola, che ha elaborato linee guida e centinaia di lezioni con programmi declinati per ogni grado scolastico. Ovvero, un percorso pratico e completo per costruire quello che viene chiamato *Digital Literacy and Citizenship Classroom Curriculum*. Attualmente,

Scarica le schede didattiche
link.pearson.it/44B971D3

TIZIANA MORICONI
giornalista scientifica, collabora con "Galileo servizi editoriali". Scrive per Wired.it, "L'Espresso", "D Web".

DAVIDE MANCINO
laureato in Scienze della Comunicazione, scrive per diversi siti e testate fra cui "Linkiesta", "Wired Italia", "Galileo" e "MicroMega".

questo curriculum è il punto di riferimento di oltre 17 000 scuole negli Stati Uniti e si basa su studi referenziati, svolti dall'Università di Harvard e dalla McArthur Foundation. Vengono spiegati concetti come il possesso di dati digitali o la *digital footprint*, ma anche come rendere efficaci le ricerche online o come comportarsi di fronte al cyberbullismo. Essendo una realtà dinamica, nuovi argomenti vengono inseriti di volta in volta.

Un altro esempio è FutureLab (**www.futurelab.org.uk**), organizzazione con base in Inghilterra che ha messo a disposizione un documento (molto completo) intitolato *Digital Literacy Across the Curriculum*, in cui spiega che cos'è la competenza digitale e come la si può insegnare. Il libro contiene diversi suggerimenti utili a migliorare creatività, comunicazione, capacità di collaborare. Si spiega anche come insegnare ai ragazzi a trovare informazioni e valutarle in modo critico, nonché le principali misure per difendersi dai contenuti non graditi: tutti elementi chiave per aiutare gli studenti a orientarsi, con in più numerosi suggerimenti per valutarne i progressi.
I ricercatori di Harvard, del Mit di Boston e della University of Southern California hanno invece speso tre anni di lavoro per mettere insieme un *casebook* intitolato *Our Space: Being a Responsible Citizen of the Digital World* (**link.pearson.it/8DA291EC**): un percorso per incoraggiare gli studenti delle scuole superiori a riflettere sulla dimensione etica della loro partecipazione ai nuovi media, da Facebook a YouTube, dai blog ai giochi online. Contiene una serie di esercizi per valutare le responsabilità etiche delle personalità online ed è diviso in unità: identità, privacy, paternità e proprietà dei materiali, credibilità e partecipazione.

TWITTER E FACEBOOK IN CLASSE? NO, PERCHÉ...

La piattaforma di microblogging e il social network pongono problemi sul fronte della privacy degli studenti, che noi insegnanti abbiamo l'obbligo, legislativo oltre che morale, di proteggere. Per legge, gli studenti non possono avere account social. Personalmente, inoltre, non vedo la necessità di utilizzarli ai fini dell'insegnamento. Con questo non voglio dire che non possano essere utili in alcune circostanze: come per tutti gli strumenti che la rete mette a disposizione, si può certamente trovare il modo di sfruttare le potenzialità di Twitter e di Facebook nelle classi, insegnandone un uso consapevole. Ma trovo molto più semplice e proficuo utilizzare dei social network "chiusi" e wiki creati ad hoc per gli studenti su piattaforme protette.
Dianora Bardi, docente del liceo Lussana di Bergamo

Tecnologie per una cultura partecipativa

Si trova qualche spunto anche più strettamente legato ai contenuti disciplinari. New Media Literacies (**www.newmedialiteracies.org**), per esempio, è un'organizzazione diretta da Henry Jenkins (**http://henryjenkins.org**) che, tra le molte iniziative, sta anche pubblicando online le *Teacher's Strategies Guide* (**link.pearson.it/A3015CD4**).

Per ora si tratta di due brevi manuali (corredati da video) dedicati al *digital reading* e all'uso delle mappe concettuali per creare una cultura partecipativa. Il gruppo ritiene che ciascuna disciplina può beneficiare delle tecnologie digitali, purché si scelga di incoraggiare le abilità giuste a seconda del campo.
Nelle scienze, per esempio, i nuovi media potranno essere utilizzati per migliorare la capacità di visualizzare e simulare – necessarie per creare modelli del mondo reale – mentre per quanto riguarda la letteratura il consiglio è concentrarsi sui processi attraverso cui i ragazzi fanno propri i testi, interiorizzandoli. I nuovi media, dunque, non dovrebbero semplicemente essere integrati all'interno del curriculum, ma portare a un vero e proprio cambio di paradigma.

Mettere il nuovo alla prova

Della stessa idea è Stefano Quintarelli (**http://blog.quintarelli.it**), direttore di Impara Digitale (**www.imparadigitale.it**), un'associazione che intende promuovere modalità didattiche innovative, in grado di beneficiare delle potenzialità offerte dalle nuove tecnologie. «Per accertare che queste potenzialità siano ben sfruttate bisogna dimostrare che gli studenti che utilizzano i nuovi metodi raggiungano effettivamente risultati scolastici migliori» spiega Quintarelli. «E questo lo si può fare, per esempio, confrontando classi che usano lo stesso metodo con altre classi (il campione controllo) in cui si continua a insegnare nel modo tradizionale. Abbiamo così un termine di paragone concreto.»
Lo stanno facendo da settembre: il gruppo di Quintarelli sta lavorando con l'Università Bocconi di Milano a modalità innovative di valutazione dell'uso delle nuove tecnologie e del loro impatto sull'apprendimento. Le classi (tutte di scuole secondarie di secondo grado) coinvolte nello studio sono quelle iscritte a Impara Digitale e che stanno seguendo il metodo lanciato dal liceo Lussana di Bergamo [3].
«Sottoporremo periodicamente questionari a questi due gruppi di studenti per poi incrociarli con i risultati scolastici di fine anno. A essere giudicata sarà, per esempio, la capacità di cercare e valutare bene l'informazione, anche da un punto di vista etico», spiega Ferdinando Pennarola, professore di organizzazione e sistemi informativi all'Università Bocconi di Milano, tra i promotori della ricerca. La vera forza dello studio risiede nei numeri: fino a questo momento le indagini si sono fermate a livello di singola classe – e dunque hanno coinvolto al massimo 30 studenti alla volta – mentre la nuova ricerca comprenderà almeno 600 ragazzi provenienti da tutte le scuole d'Italia.

RISORSE

1 **link.pearson.it/6A1ABCEB**

2 **link.pearson.it/FAA5A17A**

3 T. Moriconi, *L'invasione dei tablet*, in "Linx Magazine" 2012, vol. 12, pp. 30-33.

4 T. Moriconi, *Guida pratica alla competenza digitale*, in "Linx Magazine" 2012, vol. 13, pp. 26-29

5 **link.pearson.it/33BE4145**

VALUTARE LA LETTURA DIGITALE

Uno stesso testo può apparire molto diverso a un lettore, a seconda che sia scritto sulla carta o che compaia su un display. A cambiare, di solito, è il modo in cui viene presentato e organizzato, anche per il fatto che le parole possono essere facilmente *linkate* le une alle altre. Cambia persino la percezione del contenuto: le frasi stampate sono intese come "definitive" mentre quelle digitali possono sempre essere modificate. Tutto questo ha ricadute sulla modalità di accesso e sulla comprensione e sull'uso dei testi digitali, che sembrano richiedere maggiori abilità visuo-spaziali e di processamento del linguaggio. È quanto riportato nell'introduzione del rapporto *PISA 2009 Results: Students On Line* [5], uno dei primi grandi tentativi di valutazione, a livello internazionale, delle competenze nella "lettura digitale" (*digital reading*) degli studenti. In particolare, questa competenza è stata valutata in 19 nazioni, tra le quali non compare l'Italia.
Sono stati stabiliti cinque gradi di competenza sia per il testo stampato sia per quello digitale: in questo caso, raggiungere il quinto livello significa saper navigare tra i testi in modo autonomo ed efficiente e valutare e integrare le informazioni provenienti da numerose fonti online, accertandone la credibilità e l'utilità. Le performance sono risultate simili in entrambe le categorie: di tutti gli studenti che hanno partecipato ai test, solo il 7,8% ha preso "5" nella lettura digitale, e solo l'8,5% in quella del testo stampato. Solo in tre paesi le percentuali per il digital reading salgono oltre il 15%: Corea (19,2%), Nuova Zelanda (18,6%) e Australia (17,3%). In generale, le ragazze superano i ragazzi nella lettura digitale, sebbene il divario di genere sia minore di quello riscontrato quando si ha a che fare con i testi stampati.

I rischi dietro l'angolo

Uno degli obiettivi principali della ricerca è capire come il digitale stimola le capacità degli studenti. «Sospettiamo che le nuove tecnologie siano in grado di coinvolgere e motivare soprattutto gli studenti con voti nella media. Ci aspettiamo che i più bravi resteranno tali» afferma Pennarola. «Di certo sappiamo che i metodi didattici tradizionali non funzionano più bene con le nuove generazioni. Per scoprire se stiamo andando nella strada giusta, però, non resta che mettere alla prova, empiricamente, i nuovi sistemi.» Il che per altro è necessario anche perché, come riferisce Antonio Calvani, docente di tecnologie dell'istruzione presso la facoltà di scienze della formazione dell'Università di Firenze e a capo di un progetto sulla competenza digitale nella scuola promosso dal Miur [4], ci sono evidenze che sembrano paradossali. «Alcuni dati indicano che, superata una certa soglia nell'uso delle tecnologie in classe, i risultati degli studenti peggiorano. Una simile *debacle* potrebbe essere giustificata dal doppio ruolo svolto dalla tecnologia: di ausilio e di distrazione. Da un lato non c'è dubbio che particolari strategie educative portino a buoni risultati, soprattutto quando tendono verso obiettivi precisi; dall'altro la disponibilità di troppe alternative, ricerche sulla rete, presentazioni multimediali e così via, nel caso in cui il docente non sia in grado di fare da guida, può "sovraccaricare" gli studenti, riducendone la capacità di apprendere.»

Non lasciare indietro gli insegnanti

Aspettando i risultati dello studio della Bocconi e delle altre esperienze, quello che si può affermare con sicurezza è che le nuove generazioni apprezzano il tentativo di cambiamento della scuola. Tornando al liceo Lussana di Bergamo, è da notare che grazie alla sua didattica innovativa le iscrizioni sono triplicate in pochissimi anni.
A piacere, è bene sottolinearlo, non è solo la possibilità di studiare su tablet, invece che su un libro. «È fondamentale la capacità di porre al centro la personalità dello studente: il docente deve accompagnare i ragazzi in un percorso che consenta loro, una volta entrati nel mondo del lavoro, di dare alle aziende ciò che chiedono. Il passaggio è dalla persona che "sa tutto" a quella che è in grado di risolvere problemi», spiega Dianora Bardi, insegnante del Lussana e membro fondatore di Impara Digitale. Naturalmente, in tutto ciò risulta fondamentale la formazione del corpo docente. È un cane che si morde la coda: «Se mancano preparazione e programmazione, il potenziale delle nuove tecnologie non può essere sfruttato in pieno. Per comprendere i nuovi rapporti fra studenti e docenti ci vuole una grande voglia di mettersi in gioco. Per aiutare i ragazzi dobbiamo tornare noi stessi un po' alunni, imparando di nuovo ad imparare».

SHUTTERSTOCK

IN RETE!

Guardian Campagna del quotidiano britannico per l'introduzione delle tecnologie digitali nelle scuole. **link.pearson.it/A9719807**

La sabbia, UN DATABASE DA SCOPRIRE

ANTONELLA SOLIDA
PATRIZIA TIBERIO

ITCS MARIA LAZZARI DI DOLO

Particolari nella sabbia di Capo Passero-Siracusa (ingrandimento 2x)

Attorno a un granello di sabbia si può costruire un percorso didattico vasto e complesso, che va dalle scienze della Terra all'uso delle nuove tecnologie di comunicazione, passando anche per storia e geografia.

La sabbia è una delle cose più affascinanti che si possano guardare al microscopio. Se poi si ha a disposizione uno stereomicroscopio con videocamera digitale, collegato a un computer, si può pensare di "catturare" attraverso le immagini la quantità infinita di informazioni che essa racchiude. Ormai da alcuni anni, gli studenti dell'ITCS Maria Lazzari di Dolo (Ve) provano a trasformare l'archivio di dati contenuti nei granelli di sabbia in un database digitale da pubblicare in Internet e condividere con il mondo, per scoprire la Terra granello dopo granello.

Gli alunni della classe 2.0 nella loro aula gioiscono per aver vinto una gara di scienze.

Nascita di un'idea

Il progetto che presentiamo nasce per caso nell'anno scolastico 2007-2008: succede che la docente di scienze continui a esprimere la voglia di presentare le rocce in modo "strano" e si rifletta tra colleghi sul fatto che i nostri alunni, nella maggior parte dei casi, sono demotivati e passivi nei confronti del loro apprendimento (in particolare delle discipline scientifiche), ma allo stesso tempo hanno una particolare predisposizione all'uso delle tecnologie digitali. Da qui l'idea: perché non allestire una collezione di sabbie e invertire il tradizionale percorso "dalle rocce alle sabbie"? In tal modo i ragazzi sono costretti a guardare le sabbie al microscopio, analizzarle, ricercare sul Web informazioni sulla loro origine e morfologia, trovare collezionisti e mettersi in contatto con loro, magari in lingua straniera. In più, si possono realizzare videoclip con le informazioni trovate da pubblicare sul social network di classe (**http://sabbione.ning.com**).

Un entusiasmo immediato

Così nasce la collezione di sabbie. I ragazzi della nostra prima si entusiasmano, compongono volantini digitali, li distribuiscono a parenti e amici, scrivono agli studenti di una scuola americana gemellata e poi a collezionisti, italiani e non. È una specie di febbre, tutti vogliono essere presenti nella collezione e così tutti raccolgono sabbie: attualmente ne abbiamo quasi 700, provenienti da tutte le parti del mondo e il numero è in continua crescita. All'inizio, in laboratorio si guarda al microscopio e si cerca di risalire alla granulometria della sabbia mediante il foglio millimetrato (contando i granelli per mm^2), si vede con la calamita se la sabbia contiene magnetite e si cerca di individuare qualche conchiglia e minerale.
I ragazzi però sono bravi, sono affascinati dalla bellezza delle sabbie e vorrebbero fare di più, vorrebbero misurare davvero e produrre schede per ogni sabbia, come quelle dei libri in biblioteca. Insomma, cercano di dirci che sarebbe bello riuscire a fare la carta d'identità di ogni sabbia e passare così dall'archivio di dati racchiuso nei granelli a un archivio digitale pubblicabile in Internet.

Gli alunni della classe 2.0 durante una lezione di italiano con la Prof. Favero.

Un percorso di successo

Capiamo che può essere l'occasione giusta per dare un giro di volta al progetto, così dotiamo il laboratorio di scienze di stereomicroscopio con videocamera digitale incorporata e computer. Da lì, sfruttando le potenzialità del software per l'analisi d'immagine in dotazione allo stereomicroscopio (Motic Images Plus), prende il via un vero e proprio progetto scientifico che intitoliamo *Un database da scoprire: la sabbia*.
Con questo progetto, partecipiamo con tre alunni al concorso *I giovani e le scienze 2009*, a Milano: vinciamo e ci mandano a Tunisi all'esposizione scientifica internazionale ESI 2009. Non è finita: ci chiamano dal Politecnico di Milano per partecipare al convegno *Nativi digitali e poi…?* e al Mediaexpo 2009 di Crema e siamo anche finalisti al Global junior challenge.
Intanto il progetto si tramanda alle classi successive (solo quelle del biennio, le uniche in cui nella nostra scuola sono previste le scienze) e nasce Sabbione1 (**http://sabbione1.ning.com**) come nuovo ambiente di condivisione e collaborazione della nuova classe che lavora con le sabbie. Continuano i successi: vinciamo un premio regionale con un calen-parco in cui si sono analizzate le sabbie di Porto Caleri e le due classi Sabbione e Sabbione1

ANTONELLA SOLIDA
è, dal 1984, docente di matematica presso l'ITCS Lazzari e dal 2000 funzione strumentale per lo sviluppo delle TIC nello stesso istituto. Si interessa alla ricerca di nuove metodologie didattiche che possano affiancare la tradizionale lezione trasmissiva.

PATRIZIA TIBERIO
è biologa. Ha avuto dalla Provincia di Padova diversi incarichi libero professionali. Ha insegnato in più scuole medie superiori della provincia di Venezia tra cui l'ITCS Lazzari di Dolo. Ora è al Liceo Artistico di Venezia.

vengono invitate a Torino a partecipare a Esperienza Italia in occasione dei 150 anni dall'Unità d'Italia. In questa occasione si amplia la trasversalità del progetto, con un laboratorio storico-scientifico dal titolo *Buon compleanno Italia. Le sabbie delle patrie sponde* in cui, oltre a tutta la documentazione storica, vengono presentate le sabbie delle località principali del Risorgimento. Il laboratorio è stato proposto dai ragazzi all'Università della terza età della Riviera del Brenta e l'anno scorso è stato inserito nell'archivio Gold di buone pratiche didattiche del Ministero dell'istruzione.
Nel frattempo anche il Sabbione 1 cresce e smette di fare scienze. Eredita il progetto una cl@sse 2.0, con la quale decidiamo di esaminare le sabbie delle tappe del viaggio di Ulisse, documentando il percorso attraverso un telegiornale. L'ambiente di condivisione diventa il Sabbione 2.0 (**http://sabbione2.ning.com**) e il progetto ha come sottotitolo *Sulle orme di Ulisse*.

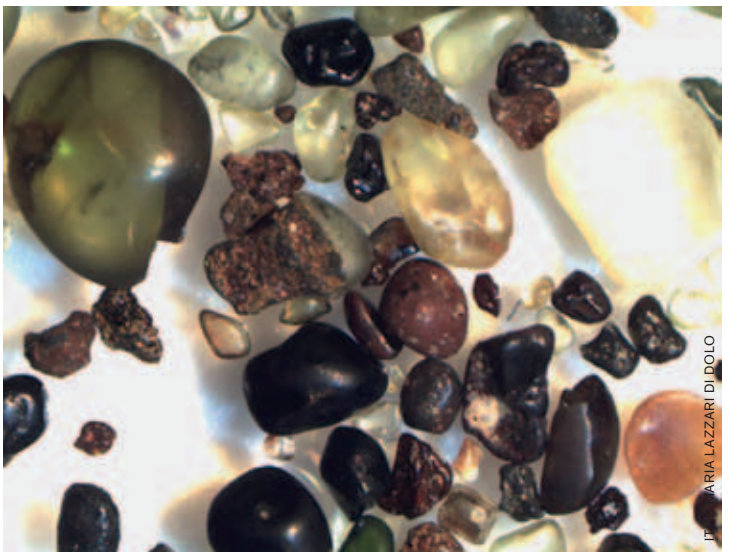
Motivo d'orgoglio

Agli studenti che hanno partecipato al concorso *I giovani e le scienze 2009* è stato chiesto che cosa aveva di speciale il progetto che presentavano. Questa la loro risposta: «Tutte le persone che hanno modo di vedere le foto delle sabbie che facciamo allo stereomicroscopio restano incredule; quando poi diciamo che siamo in grado di misurare il diametro medio di un granellino restano sconcertate, fino a non credere ai propri occhi vedendo la sabbia "friggere" per la reazione con l'HCl. E se oltre che con le persone che ci circondano condividiamo questo enorme archivio di informazioni con il mondo intero, questo non diventa un buon motivo per dire che si tratta proprio di un progetto speciale?». Questa risposta descrive bene l'entusiasmo che gli studenti mettono nel fare conoscenza con le sabbie loro assegnate. Ma qual è esattamente l'iter che porta dalla sabbia alla pubblicazione della sua carta d'identità in Internet?

Al microscopio

Per prima cosa procediamo catturando immagini della sabbia allo stereomicroscopio con vari obiettivi di ingrandimento e con riferimenti visivi per avere un'indicazione dell'ordine di grandezza. È possibile ottenere fotografie dei granelli a una dimensione anche 50 volte quella originale. Se vediamo qualche particolare interessante, lo fotografiamo in modo da produrre materiale per arricchire la galleria d'immagini, insieme alla collezione una delle cose più belle che abbiamo a scuola.
In un secondo momento svolgiamo l'analisi d'immagine con il software ed effettuiamo la misura diretta delle tre dimensioni di singoli granelli (asse

Granati nella sabbia di Knollwood Beach Old Saybrook, Connecticut (ingrandimento 2x).



Particolare nella sabbia delle Isole Galapagos (ingrandimento 1x).

SPAZIO AL DOCENTE

Non si dica che noi educatori non accettiamo scommesse metodologiche: l'introduzione delle tecnologie 2.0 nelle aule ne sono la testimonianza. L'esperienza che riporto è stata condotta lo scorso anno scolastico in un biennio della scuola superiore Lazzari di Dolo. L'unità didattica di apprendimento elaborata dal consiglio di classe e intitolata *Sulle orme di Ulisse* prevedeva la realizzazione di un telegiornale in cui documentare il viaggio di ritorno dell'eroe omerico verso la patria natia. Gli studenti, mediante l'uso di foto, video, cartine, mappe, interviste, hanno realizzato un congruo numero di servizi giornalistici con lo scopo, oltre che di riassumere gli eventi e presentare i personaggi salienti di ciascuna tappa, di affiancare uno studio disciplinare parallelo. Alcuni esempi? Geografia, nel tracciare la rotta del viaggio; scienze nell'affrontare lo studio delle sabbie toccate dal re greco e dai suoi uomini; educazione alla cittadinanza nell'avvicinarsi ad usi, costumi e tradizioni di territori mediterranei; storia nel ricostruire periodi del passato. Il lavoro è stato impegnativo sotto tanti punti di vista, ma la sofferenza, la pena, il travaglio non corrispondono ad altro che all'etimo originale del lemma che meglio di ogni altro definisce l'animo con cui è stata affrontata questa esperienza: passione.
Luisa Favero, docente di lettere all'Itcs Lazzari di Dolo.

maggiore, minore e intermedio), ottenendo la determinazione di forma, granulometria, sfericità ed arrotondamento della sabbia. Una volta che abbiamo esplorato dai trenta ai trentacinque granelli (e dunque abbiamo eseguito un centinaio di misure in tutto), esportiamo i dati in un foglio elettronico, che ordiniamo ed elaboriamo secondo le indicazioni fornite dalla docente di matematica. Attenzione: i metodi statistici e matematici che utilizziamo per la determinazione delle grandezze suddette sono gli stessi che un geologo impiega per studiare la morfologia della ghiaia, partendo da misure prese a mano. Noi effettuiamo la stessa elaborazione, ma su granelli di sabbia "ingranditi". L'aspetto innovativo del nostro progetto consiste proprio in questo: nello sfruttare le potenzialità del computer e dello stereomicroscopio digitale per "trasformare" i granelli di sabbia in ciotoli. Insomma, abbiamo messo in pratica l'aforisma di Galileo Galilei: «Misura il misurabile e rendi misurabile ciò che non lo è».

Tutte le scienze in un granello

Oltre ai dati ricavati mediante elaborazione statistica, che ci danno un'idea della forma e dimensione dei granelli di sabbia, per la compilazione completa del report ne occorrono altri riguardanti le caratteristiche fisiche e chimiche della sabbia e la presenza o meno di organismi quali conchiglie, molluschi ecc. oltre che di particolari minerali. Per individuare eventuali organismi o minerali, si cerca anzitutto di catturare immagini con il massimo ingrandimento, per mettere bene in evidenza i particolari, e se è presente qualcosa si procede al riconoscimento e alla classificazione: si possono così individuare aculei di ricci di mare, spicole, conchiglie, molluschi. Molto interessante è l'individuazione di conchiglie appartenenti alla classe dei foraminiferi, che possono essere anche fossili. Tutto ciò serve per ricavare informazioni sull'origine e la provenienza della sabbia e quindi a risalire alla roccia che l'ha generata, seguendo a ritroso il suo cammino.
Nel laboratorio di scienze, inoltre, facciamo alcuni esperimenti per misurare certe caratteristiche fisiche della sabbia, come permeabilità, capillarità e porosità. Per rilevare l'eventuale presenza di magnetite, che è un minerale ferroso, giriamo un filmato di pochi secondi, registrando l'eventuale movimento dei granelli al passaggio di una calamita. Sempre con la videocamera registriamo il comportamento della sabbia in contatto con l'acido cloridrico: se "frigge" significa che c'è del carbonato di calcio, normalmente presente nelle sabbie di origine sedimentaria o costituite da gusci di conchiglie. Tutti i filmati vengono pubblicati sul social network di classe e vengono a far parte delle informazioni contenute nel report tramite un link.

Un lavoro condiviso

Alla fine di questo lavoro inseriamo tutte le informazioni ricavate, insieme ad altre di carattere geografico e culturale e ai link ai filmati (caricati sul social network) in un modello di scheda opportunamente predisposto e uguale per tutte le sabbie. Il report (anche in versione inglese e francese) e il foglio elettronico con l'elaborazione statistica dei dati sono infine pubblicati nell'area documenti di un sistema dinamico installato sul server del sito della scuola. Bene, dopo aver pubblicato tutto il materiale prodotto sul social network, non resta che condividerlo a distanza con altri studenti. Se a questo punto siete incuriositi e avete voglia di leggere i nostri report, studiare le nostre elaborazioni e guardare le meraviglie contenute nelle sabbie (la galleria di immagini è disponibile anche online) non vi resta altro che visitare i nostri sabbioni!

Particolari nella sabbia di Santa Teresa di Gallura Olbia-Tempio, Sardegna (ingrandimento 2x).

STORIA DELLA TERRA, **IN UN'ORA**

I tempi dell'Universo sono molto diversi da quelli della Terra e dell'evoluzione della vita. Per confrontare le scale temporali, ecco la storia della Terra in un'ora, ponendo a mezzanotte il Big Bang e ipotizzando 1 ora = 4,5 miliardi di anni.

LAURA PULICI

9:59 Ominidi

5 milioni di anni fa

Compaiono i primi ominidi della specie *Australopithecus afarensis*. *Homo sapiens* compare solo **200 000** anni fa. Fino a **20 000** anni fa convive con altre specie dello stesso genere.

9:57 Mammiferi e uccelli

208 milioni di anni fa

L'estinzione di massa del Cretaceo-Paleocene, che ha segnato la fine dei dinosauri, crea le condizioni per una rapida evoluzione e diversificazione dei mammiferi e degli uccelli.

9:57 Rettili e dinosauri

290-240 milioni di anni fa

Si diffondono i primi rettili. Circa **225 milion**i di anni fa compaiono i dinosauri, che domineranno la Terra fino alla fine del Cretaceo (**65 milioni** di anni fa).

9:53 Animali e piante

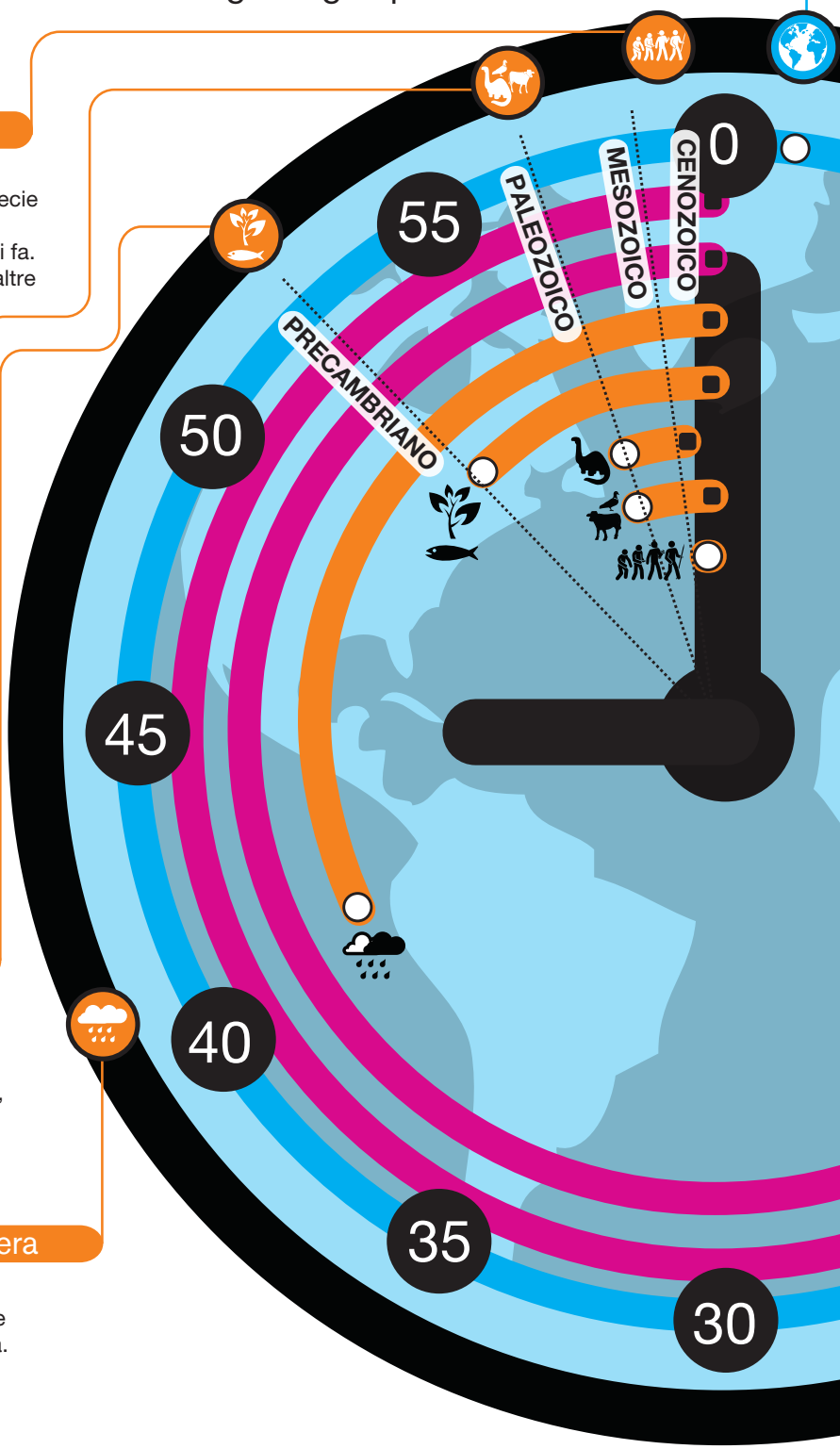
600 - 500 milioni di anni fa

Compaiono molti gruppi animali: artropodi, molluschi, pesci e anfibi in grado di colonizzare le terre emerse, rese più ospitali dalla diffusione delle piante.

9:41 Ossigeno nell'atmosfera

2,1 miliardi di anni fa

La diffusione della fotosintesi favorisce l'aumento dell'ossigeno nell'atmosfera. Si creano così le condizioni favorevoli per l'evoluzione dei batteri aerobici e delle alghe eurocariote.

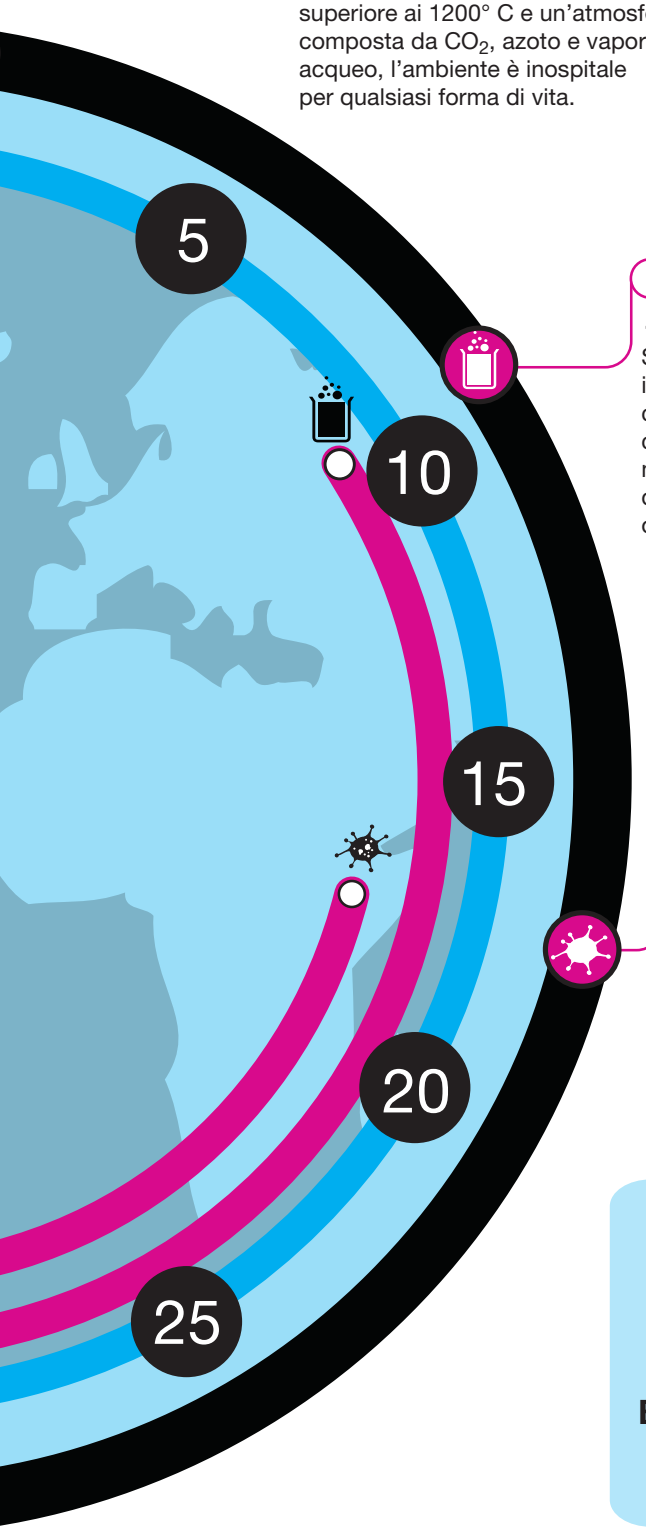


9:01 Formazione della Terra

4,5 miliardi di anni fa

Dallo scontro tra rocce e polveri vaganti nello spazio, inizia a formarsi il nostro pianeta. Con una temperatura superiore ai 1200° C e un'atmosfera composta da CO_2, azoto e vapore acqueo, l'ambiente è inospitale per qualsiasi forma di vita.

Fonti per questo articolo
link.pearson.it/1D1D8C7D



9:09 Brodo primordiale

4 miliardi di anni fa

Secondo le ipotesi più accreditate, il brodo primordiale (acqua e molecole carboniose) avrebbe interagito con il metano e l'ammoniaca presenti nell'atmosfera, innescando processi di aggregazione delle prime molecole organiche.

9:17 Primi batteri

3,5 miliardi di anni fa

Negli oceani si formano le prime stromatoliti, strutture sedimentarie che contengono cianobatteri e alghe in grado di compiere la fotosintesi clorofilliana.

Questione di secondi

Utilizzando la stessa unità di misura del tempo, per esempio un secondo, possiamo individuare le durate di alcuni fenomeni e metterle in relazione

- 10^{17} $5x10^{17}$ **Età dell'Universo** 15 miliardi di anni
- 10^{12} $6x10^{12}$ **Homo sapiens** sulla Terra 200mila anni
- 10^{7} $3x10^{7}$ Un **anno**
- 10^{4} $8x10^{4}$ Un **giorno**
- 10^{0} **1 secondo** Durata di un battito cardiaco
- 10^{-5} $5x10^{-5}$ Periodo dell'**onda sonora più acuta** percepibile dall'uomo
- 10^{-12} $1x10^{-12}$ Periodo di **rotazione** di una **molecola**
- 10^{-16} $1x10^{-16}$ Tempo impiegato da un **elettrone** per compiere un'**orbita intorno al nucleo**
- 10^{-23} $3x10^{-23}$ **Vita** media delle **particelle instabili**

Origine dell'Universo

00:00	4:00	8:00	9:01
Big Bang	**Stelle**	**Sole**	**Terra**
15 miliardi di anni fa	10 miliardi di anni fa	5 miliardi di anni fa	4,5 miliardi di anni fa

Dopo le proposte sulla fisica moderna, apriamo con questo numero una nuova serie di articoli dedicati a idee originali per la didattica della chimica. Primo appuntamento con la chimica dei gas e dell'atmosfera.

LA **CHIMICA DELL'ATMOSFERA,** TRA ATTUALITÀ E STORIA

VINCENZO GUARNIERI

Che cos'è l'aria? Da sempre gli esseri umani hanno cercato una risposta a questa domanda e oggi le notizie che giungono sullo stato del nostro pianeta rendono tale risposta sempre più urgente. Alluvioni, siccità, ghiacciai che si ritirano, isole inghiottite dal mare, profughi ambientali: sono tutti eventi catastrofici presenti quotidianamente sui mezzi di informazione o al cinema e riportati a scuola. Eventi ormai entrati a far parte dell'immaginario collettivo e con cui i ragazzi hanno una certa familiarità, così come accade per l'inquinamento dell'aria che si respira in città. Alla base di questi fenomeni c'è un'alterazione della composizione chimica della nostra atmosfera: per questo, i cambiamenti climatici o l'inquinamento atmosferico possono offrire ottimi spunti di attualità per avvicinare l'attenzione dei ragazzi non solo alla chimica dell'atmosfera in sè ma, in generale, alla chimica dello stato gassoso, uno degli argomenti più "sfuggenti" nell'educazione scientifica. Del resto, le proprietà e le leggi presentate nei libri di testo sono nate proprio dall'osservazione dei gas più a portata di mano, quelli che respiriamo.

L'importanza dell'approccio storico

Il surriscaldamento globale al quale stiamo assistendo è provocato in massima parte dall'emissione in atmosfera di gas serra. Ma quali sono le rappresentazioni mentali degli studenti a proposito di tali gas e dell'atmosfera che li riceve? Spesso sono paragonabili a quelle degli uomini del passato, in particolare a quelli del Seicento, secolo in cui sono stati effettuati i primi studi sull'aria che hanno permesso la nascita della chimica moderna. L'aria ha una massa? È costituita da materia continua o da particelle? In quest'ultimo caso, le particelle possono modificarsi chimicamente? Tutte domande semplici, in apparenza, ma che mettono in crisi gli studenti, così come hanno messo in crisi gli scienziati delle epoche passate. Ecco allora che, per far comprendere bene di che cosa parliamo quando parliamo di gas e di composizione chimica dell'atmosfera, può essere utile ripercorrere la storia delle idee relative a questi argomenti: un approccio considerato uno dei più efficaci nella didattica della chimica. La narrazione di una scoperta, infatti, permette di proporre il contesto storico ed epistemologico in cui è avvenuta, che è a sua volta fondamentale per favorire l'apprendimento. Spesso i testi scolastici non valorizzano questi aspetti e all'insegnante spetta il non facile compito di "dare vita" alle nozioni.

Lo scioglimento dei ghiacci è una delle conseguenze del cambiamento chimico della composizione dell'atmosfera (immagine artistica cortesia di Cape Farewell).

Per far comprendere bene di che cosa parliamo quando parliamo di gas e di composizione chimica dell'atmosfera, può essere utile ripercorrere la storia delle idee relative a questi argomenti

Prime prove di scienza

Che cos'è quindi l'aria? Le idee degli alchimisti a questo proposito incontrano nel Seicento le prime misure quantitative su fenomeni chimici effettuate dal medico belga Jean Baptiste van Helmont (1579-1644). È stato proprio lui a introdurre il termine e il concetto di "gas" riferendosi al "caos", la materia informe e disordinata che per gli antichi greci era alla base della creazione dell'Universo. Per van Helmont in natura esistevano tanti gas quante erano le sostanze "terrestri" e di queste ne costituivano la specificità, lo "spirito". Il gas era dunque un'entità sia materiale sia spirituale. Il suo approccio empirico e sperimentale, che prevedeva l'impiego della bilancia, era influenzato da una visione mistica della natura.

L'ipotesi corpuscolare della materia

Lo stesso accadeva per Robert Boyle (1627-1691), filosofo naturale irlandese considerato uno dei padri della chimica moderna. Come molti suoi contemporanei, egli vedeva il mondo come una meravigliosa macchina generata da un artefice (Dio). Per lui fare scienza era una missione religiosa: missione che lo ha condotto a realizzare il famoso esperimento in cui, intrappolando aria in un tubo, ha osservato che il suo volume è inversamente proporzionale alla pressione che si esercita sul tubo stesso. Questa osservazione ha portato a formulare la legge detta appunto di Boyle, presente in tutti i libri ($P \cdot V = \text{costante}$) e ha soprattutto validato l'ipotesi meccanica e corpuscolare della materia: l'aria è elastica perché costituita da particelle elastiche con una certa forma e dimensione. Questo semplice esperimento opportunamente presentato ai ragazzi permette di affrontare l'ostacolo cognitivo legato alla concettualizzazione della struttura particellare e non continua dell'aria. Tuttavia, sarebbe necessario aver lavorato in precedenza sul concetto di massa e peso dei gas. A tale scopo, attingendo sempre dalla storia, si potrebbe proporre e contestualizzare l'esperimento con il quale Evangelista Torricelli (1608-1647) ha mostrato che l'atmosfera è in grado di esercitare una pressione. Egli ha riempito un tubo di mercurio immergendone un'estremità in una bacinella piena dello stesso liquido. Aprendo l'estremità immersa non tutto il metallo scorreva via, ma rimaneva sempre una colonna alta 760 mm. Ne ha quindi dedotto che doveva esistere una pressione che sosteneva la colonna, attribuendo tale pressione all'aria atmosferica.

Tra particelle e corpuscoli

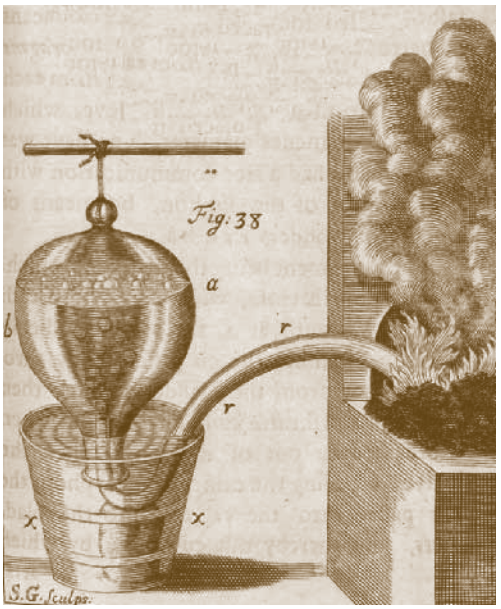
Stabilito che l'aria è dotata di una massa in grado di "pesare" sulla nostra testa e stabilito che questa massa è costituita da corpuscoli elastici ancora non ben identificati, si può proseguire con altri esperimenti di Boyle. Dopo aver fatto bruciare una fiamma in un contenitore chiuso, egli deduce che l'aria contiene qualcosa in grado di sostenere una combustione per un certo lasso di tempo. Tuttavia osserva che l'aria residua conserva le sue proprietà elastiche.
Si convince che «possa esistere dispersa nell'atmosfera qualche sostanza strana, di natura solare, astrale o di natura esotica che rende l'aria così necessaria alla sopravvivenza della fiamma». Questi esperimenti lo portano a immaginare l'aria

come una sostanza costituita da particelle elastiche tra le quali sono dispersi corpuscoli di altro tipo. Si tratta di una concezione del gas ancora non moderna. Per Boyle esistono solo due stati di aggregazione della materia, quello solido e quello liquido. L'aria era un *medium* di natura particellare nel quale vagavano "principi aerei" estranei. Intuisce la presenza dell'ossigeno ma non lo considera una sostanza aeriforme.

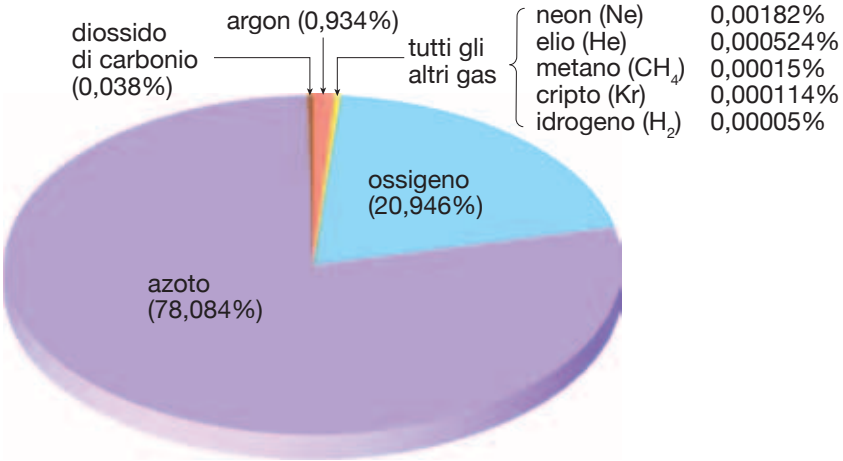
Il bagno idropneumatico

Apprendere il concetto di gas non è semplice, così come non è stato semplice per i chimici del passato. Una sostanza aeriforme non si può vedere né toccare facilmente. Soltanto nel Settecento si inizia a considerare l'esistenza di un terzo stato di aggregazione della materia, grazie all'identificazione di "arie" diverse da quella che respiriamo, in grado di combinarsi chimicamente con sostanze "terrestri". Per arrivarci era necessario che qualcuno inventasse uno strumento capace di catturare gli "spiriti": ci ha pensato il reverendo inglese Stephen Hales (1677-1761), al quale si deve il cosiddetto bagno idropneumatico. Si trattava di un sistema in cui il gas prodotto da una reazione veniva fatto gorgogliare e accumulare in un contenitore capovolto posto all'interno di una bacinella piena d'acqua. Grazie a questo bagno, Hales ha potuto osservare che alcune arie potevano "unirsi" con i corpi solidi, cioè venire assorbite in caso di contatto.

VINCENZO GUARNIERI
è chimico e ha un dottorato di ricerca in biochimica e biotecnologia cellulare. È membro dell'Istituto di Ricerche Interdisciplinari sulla Sostenibilità di Torino. "Inventa" progetti di comunicazione scientifica per studenti, insegnanti, animatori e grande pubblico. Ha pubblicato *Maghi e reazioni misteriose* (Lapis edizioni, 2007), una storia della chimica per ragazzi.



Il bagno idropneumatico inventato da Stephen Hales.



La composizione dell'aria pulita e secca.

Il laboratorio di Lavoisier, Musée des Arts et Métiers, Paris.

UN SECOLO DI RICERCA SUL RISCALDAMENTO GLOBALE

La storia della chimica si intreccia inevitabilmente con quella del riscaldamento globale. C'è voluto un secolo per individuare e studiare questo fenomeno che, ancora oggi, presenta aspetti poco chiari e controversi. I primi studi risalgono alla fine dell'Ottocento, quando il chimico svedese Svante Arrhenius (1859-1927) percepì che il biossido di carbonio prodotto dall'impiego dei combustibili fossili poteva alterare la temperatura dell'atmosfera. Tentò di realizzare anche stime di tali alterazioni, che non sono poi molto diverse da quelle fornite oggi da mezzi molto più sofisticati. Nel corso del Novecento, l'avvento di nuovi stumenti scientifici ha permesso di migliorare la comprensione dell'effetto serra e del ruolo svolto dai gas prodotti dall'uomo, pur conservando un notevole margine di incertezza. Solo negli anni Ottanta inizia a diffondersi un'idea maggiormente condivisa nella comunità scientifica relativa a un progressivo riscaldamento globale. Nel 1988 nasce la Commissione internazionale sui cambiamenti climatici, IPCC (International Panel on Climate Change), gruppo di ricerca costituito da 2500 scienziati provenienti da 130 paesi. I dati ottenuti ed elaborati dall'IPCC dicono in sostanza che la temperatura media del pianeta sta aumentando a causa dell'emissione di gas serra da parte delle attività umane. Queste posizioni sono state messe in discussione nel tempo da una parte sempre più ridotta della comunità scientifica e della società e oggi sulle conclusioni dell'IPCC c'è un accordo scientifico sostanziale.
Il grande pubblico è entrato definitivamente a contatto con l'argomento nel 1997, con la firma del Protocollo di Kyoto. Il trattato prevedeva che le Nazioni aderenti riducessero entro il 2012 del 5,4% le loro emissioni di gas serra rispetto ai valori del 1990. Si tratta di un valore medio: l'Unione Europea avrebbe dovuto ridurle dell'8% (l'Italia del 6,5%): l'Europa nel complesso ha rispettato gli accordi nonostante il nostro Paese non abbia dato il suo contributo. Il Protocollo di Kyoto doveva essere solo un primo passo per fronteggiare la crisi climatica, ma quelli successivi sembrano assai incerti. In ogni caso, termini come "impatto zero", "chilometro zero" o "compensazione della CO_2 emessa" sono oggi di uso comune, anche se a volte nascondono tentativi di *green washing* (comunicazione di virtù sostenibili che in realtà nasconde responsabilità negative nei confronti dell'ambiente).

La scoperta dell'anidride carbonica

Sempre con il sistema di Hales, il medico scozzese Joseph Black (1728-1799) è riuscito a isolare e identificare nel 1745 l'"aria" che si produce dalla degradazione termica di una polvere utilizzata per i bruciori di stomaco, la magnesia alba (carbonato basico di magnesio), durante la sua trasformazione in magnesia usta (ossido di magnesio). Black l'ha chiamata "aria fissa", dal momento che era in grado di fissarsi nella polvere residua per riformare quella iniziale, osservando che si trattava di una vera e propria reazione chimica e non di un semplice assorbimento fisico. Ma che cos'era esattamente quell'aria? Semplice: si trattava di anidride carbonica (oggi più correttamente definita biossido di carbonio), il primo gas acquisito dalla scienza chimica e, tornando un attimo ai giorni nostri, il gas serra maggiormente responsabile del cambiamento climatico globale. Dall'immagine di un laboratorio del Settecento a quella di New York ricoperta dal ghiaccio proposta nel film *The day after tomorrow* il salto non è banale ma può essere stimolante.

EDAL ANTON LEFTEROV

Una miscela di gas

Dopo gli esperimenti di Black molti altri hanno tentato di scoprire nuove sostanze gassose. Per rimanere in Inghilterra, nel 1766 Henry Cavendish (1731-1810) scopre l'idrogeno, che chiama "aria infiammabile". Nel 1772 Daniel Rutherford (1749-1819) scopre l'azoto, definito "aria flogisticata". Nel 1774 è la volta dell'ossigeno, scoperto da Joseph Priestley (1733-1804) che lo battezza "aria deflogisticata". Allo stesso tempo esperimenti analoghi vengono condotti in altri paesi. Nasce in questo modo la chimica pneumatica. L'aria non viene più vista come un *medium* di particelle elastiche nel quale sono dispersi strani corpuscoli che rappresentano lo "spirito" di sostanze presenti allo stato solido o liquido, ma come una miscela di gas: gli strani corpuscoli, come quelli dell'anidride carbonica o dell'ossigeno, vengono anch'essi finalmente considerati appartenenti allo stato di aggregazione gassoso.

Lavoisier contro il flogisto

Le concezioni sull'aria di Boyle stavano già passando di moda quando si è inserito nel processo storico il francese Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794), la cui opera ha rivoluzionato il pensiero chimico nella sua totalità grazie all'applicazione sistematica della legge di conservazione della massa: la somma delle masse dei reagenti deve corrispondere a quella delle masse dei prodotti. Nelle misure Lavoisier considerava anche i gas coinvolti nel processo e, naturalmente, faceva un uso meticoloso della bilancia. Attraverso il suo approccio teorico e l'impiego di questo strumento preso in prestito dalla fisica, è stato in grado di ripetere e vedere con occhi diversi gli esperimenti che gli inglesi stavano effettuando oltre Manica, riuscendo in sintesi a dimostrare l'infondatezza della teoria del flogisto, allora di gran moda tra i chimici.
Secondo questa teoria, i combustibili come la legna sono in grado di bruciare perché contengono il "principio di infiammabilità", il flogisto appunto, che durante la combustione viene liberato

Dall'immagine di un laboratorio del Settecento a quella di New York ricoperta dal ghiaccio proposta nel film *The day after tomorrow* il salto non è banale ma può essere stimolante

nell'aria. Si pensava che anche la calcinazione dei metalli, vale a dire il riscaldamento ad alta temperatura in presenza di aria, avvenisse perché questi contengono flogisto. Però, mentre la legna dopo aver bruciato è più leggera, il metallo dopo la calcinazione è più pesante nonostante in teoria si sia liberato del flogisto. Attraverso le sue pesate, Lavoisier ha compreso che combustione e calcinazione sono processi analoghi, non perché avvengono grazie alla liberazione del flogisto ma perché prevedono una reazione chimica (del combustibile o del metallo) con un particolare componente dell'aria. Era naturalmente l'ossigeno, da lui battezzato così "principio ossigino", cioè generatore di acidi. In base alle sue misure, questo gas rappresentava circa un quarto dell'aria. I rimanenti tre quarti erano costituiti dall'aria flogisticata di Rutherford, che Lavoisier ha denominato "azoto", cioè senza vita. In seguito si scoprirà che questo gas è in realtà essenziale alla vita.

Elementi e composti

Lavoisier non ha trascurato neppure l'anidride carbonica (biossido di carbonio). In un suo storico esperimento, fa avvenire la riduzione di un ossido metallico, reazione che i chimici dell'epoca a partire da Priestley impiegavano per produrre ossigeno gassoso, in presenza di un pezzetto di carbone. Osserva che il carbone scompare e che, al posto dell'ossigeno, si forma un altro gas che corrisponde proprio all'anidride carbonica. Deduce quindi che il carbone reagisce con l'ossigeno per produrre l'anidride carbonica e, di conseguenza, che quest'ultimo gas è un composto formato da carbonio e ossigeno. Poi è la volta dell'acqua. Questa era considerata uno dei quattro elementi fondamentali dagli alchimisti e, con modalità concettualmente differenti, da personaggi come van Helmont e Boyle. Con Lavoisier smette definitivamente di essere un elemento. Egli ha ripetuto un esperimento in cui Cavendish ha fatto reagire ossigeno e "aria infiammabile", notando che secondo certe proporzioni di peso i due gas si consumavano completamente producendo acqua. Che, da questo momento in poi, viene considerata un composto formato da ossigeno e idrogeno, chiamato così proprio perché significa "generatore di acqua". La riproposizione anche soltanto narrativa di questo esperimento offre spunti interessanti per affrontare il concetto di elemento chimico e della sua lunga evoluzione. Per Lavoisier, gli elementi sono sostanze che non possono essere scomposte in sostanze più semplici. In un suo trattato del 1789 ne aveva elencati 33, tra cui figuravano anche il fuoco e la luce. Si tratta di "errori" che fanno parte integrante del processo di indagine scientifica, così come accade per gli errori compiuti dagli studenti nel processo di apprendimento.

Una necessaria complessità

Lo studio dei gas è stato alla base della chimica moderna e ha permesso di strutturare e definire concetti come quello di elemento chimico. Ma perché un ragazzo dovrebbe aver voglia di

IN RETE!

Cape Farewell Progetto che punta a mettere in rete l'esperienza e le attività di ricerca collettiva di un gruppo di scienziati, artisti ed educatori che riflettono sul tema dei cambiamenti climatici. Slogan: il clima è cultura. **www.capefarewell.com**

Una mano dall'università Sito su storia, epistemologia e didattica della chimica a opera della Divisione di didattica della Società chimica Italiana, con il contributo dei dipartimenti di chimica generale e chimica organica dell'Università di Torino. **www.minerva.unito.it**

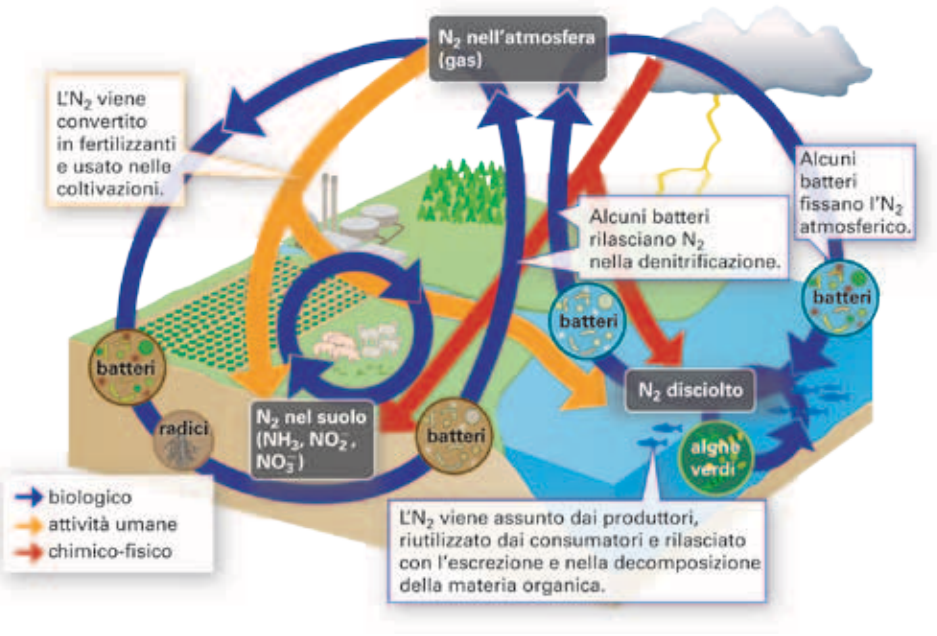
Worldwatch Institute Sito ufficiale dell'istituto, che è centro di ricerca indipendente su temi quali energia e cambiamento climatico, cibo e agricoltura ecc. **www.worldwatch.org**

Climalteranti Sito/blog di formazione e discussione sul tema dei cambiamenti climatici. **www.climalteranti.it**

Cibo e clima Sito ufficiale del Food Climate Research Network, centro di ricerca britannico i cui obiettivi sono capire come il sistema alimentare contribuisca alle emissioni di gas serra e promuovere la possibilità di una loro riduzione. **www.fcrn.org.uk**

LA VITA DELL'AZOTO

In un articolo pubblicato sulla rivista Nature nel 2009, un team internazionale di 29 ricercatori afferma che l'umanità ha oltrepassato la "soglia di sicurezza" per la stabilità del pianeta in tre modi: aumentando la perdita di biodiversità, alterando il ciclo dell'azoto e provocando il cambiamento climatico, elencandoli in ordine di rilevanza decrescente.
L'inerte azoto molecolare che costituisce il 78% dell'atmosfera è stato chiamato così da Lavoisier proprio perché "privo di vita". Oggi però sappiamo che questo elemento si trova e si è sempre trovato all'interno di molecole essenziali alla vita, come le proteine e gli acidi nucleici.
Inoltre sappiamo che grazie all'azione di una serie di batteri detti appunto azotofissatori può essere trasformato dalla forma molecolare biatomica a una forma ammoniacale in grado di entrare a far parte del metabolismo di piante e altri organismi viventi.
Una volta prelevato dall'aria, l'azoto può percorrere molteplici strade finché altri batteri, i denitrificatori, lo riportano in atmosfera nella sua forma molecolare biatomica. Per millenni questo ciclo biogeochimico è stato abbastanza stabile. Poi, nella Germania dei primi anni del secolo scorso, il chimico Fritz Haber ha escogitato un metodo per far reagire l'azoto atmosferico e l'idrogeno con l'obiettivo di sintetizzare ammoniaca. L'idea, industrializzata da Carl Bosch, è stata applicata per produrre armamenti e, successivamente, i fertilizzanti azotati che diventeranno la base dell'agricoltura "moderna". Oggi i processi umani convertono 120 milioni di tonnellate di N_2 all'anno in una forma chimicamente attiva, circa il doppio di quello che fanno i batteri di tutto il pianeta. Solo una piccola parte però finisce nel cibo che mangiamo, il resto va a perturbare gli equilibri e la biodiversità dei suoli e delle acque di falde, fiumi, laghi e oceani. Inoltre, attraverso la combustione di fonti fossili o di biocombustibili, l'azoto può tornare in atmosfera legato all'ossigeno in forme reattive come l'ossido nitroso (N_2O), un potente gas serra che contribuisce a causare il cambiamento climatico.



Il ciclo dell'azoto. L'atmosfera è il principale deposito di azoto presente nella biosfera. Attraverso il ciclo dell'azoto, questo elemento entra nel suolo e nei tessuti degli organismi.

conoscere queste cose? Un percorso di conoscenza sull'aria può partire dalla cronaca di un uragano devastante o dalle immagini di un film catastrofista per poi tornare ad analizzare i fenomeni chimico-fisici coinvolti con maggiore consapevolezza e senso critico. Punto di partenza di un percorso del genere, naturalmente, non può che essere la piena comprensione del concetto di gas e delle caratteristiche chimiche dell'atmosfera. In un secondo momento, si potrà allargare il campo di indagine verso il riscaldamento globale, l'alterazione del ciclo dell'azoto e i legami con le altre crisi globali, compresa quella economico-finanziaria. La chimica dei gas troverebbe in questo modo una collocazione e un senso all'interno della quotidianità, fatta anche di aspetti come le catastrofi ambientali, apparentemente distanti ma in realtà vicinissimi dal punto di vista della trattazione scientifica.

PER APPROFONDIRE

— F. Abbri, *Elementi, principi e particelle. Le teorie chimiche da Paracelso a Stahl*, Loescher Editore, Torino 1980.

— I. Asimov, *Breve storia della chimica. Introduzione alle idee della chimica*, Zanichelli, Bologna 1968.

— S. Califano, *Storia della chimica Vol.1*, Bollati Boringhieri, Torino 2010.

— K. Evans, *Il clima furioso. Tutto quello che dovete sapere sui cambiamenti climatici*, ed. Arcana, Roma 2007.

— V. Ferrara, A. Farruggia, *Clima: istruzioni per l'uso. I fenomeni, gli effetti, le strategie*, Ed. Ambiente, Milano 2007.

— L. Mercalli, *Che tempo che farà. Breve storia del clima con uno sguardo al futuro*, Rizzoli, Milano 2009.

— J. Rockström et al., *A safe operating space for humanity*, in "Nature", 2009, v. 461, pagg. 472-475.

— A.R. Townsend e R.W. Howarth, *Fixing the global nitrogen problem*, in "Scientific American", february 2010, pagg. 64-71.

— Worldwatch Institute, *State of the world 2009. In un mondo sempre più caldo*, Ed. Ambiente, Milano 2009.

CLIL - Approfondimento in lingua inglese

PHOTOS.COM

ON THE INFLUENCE OF CARBONIC ACID IN THE AIR UPON THE TEMPERATURE OF THE GROUND

As we now have a sufficient knowledge of the absorption of heat by the atmosphere, it remains to examine how the temperature of the ground depends on the absorptive power of the air.
In our deductions we will assume that the heat that is conducted from the interior of the earth to its surface may be wholly neglected. If a change occurs in the temperature of the earth's surface, the upper layers of the earth's crust will evidently also change their temperature; but this later process will pass away in a very short time in comparison with the time that is necessary for the alteration of the surface temperature, so that at any time the heat that is transported from the interior to the surface (positive in the winter, negative in the summer) must remain independent of the small secular variations of the surface temperature, and in the course of a year be very nearly equal to zero.
Likewise we will suppose that the heat that is conducted to a given place on the earth's surface or in the atmosphere in consequence of atmospheric or oceanic currents, horizontal or vertical, remains the same in the course of the time considered, and we will also suppose that the clouded part of the sky remains unchanged. It is only the variation of the temperature with the transparency of the air that we shall examine.
All authors agree in the view that there prevails an equilibrium in the temperature of the earth and of its atmosphere. The atmosphere must, therefore, radiate as much heat to space as it gains partly through the absorption of the sun's rays, partly through the radiation from the hotter surface of the earth and by means of ascending currents of air heated by contact with the ground. On the other hand, the earth loses just as much heat by radiation to space and to the atmosphere as it gains by absorption of the sun's rays. If we consider a given place in the atmosphere or on the ground, we must also take into consideration the quantities of heat that are carried to this place by means of oceanic or atmospheric currents.

We may now inquire how great must the variation of the carbonic acid in the atmosphere be to cause a given change of the temperature. […] To facilitate such an inquiry, we may make a simple observation. If the quantity of carbonic acid decreases from 1 to 0.67, the fall of temperature is nearly the same as the increase of temperature if this quantity augments to 1.5. And to get a new increase of this order of magnitude (3°.4), it will be necessary to alter the quantity of carbonic acid till it reaches a value nearly midway between 2 and 2.5. Thus if the quantity of carbonic acid increases in geometric progression, the augmentation of the temperature will increase nearly in arithmetic progression.

There is now an important question which should be answered, namely: Is it probable that such great variations in the quantity of carbonic acid as our theory requires have occurred in relatively short geological times? The answer to this question is given by Prof. Högbom. As his memoir on this question may not be accessible to most readers of these pages, I have summed up and translated his utterances which are of most importance to our subject:
"Carbonic acid is supplied to the atmosphere by the following processes: (1) volcanic exhalations and geological phenomena connected therewith; (2) combustion of carbonaceous meteorites in the higher regions of the atmosphere; (3) combustion and decay of organic bodies; (4) decomposition of carbonates; (5) liberation of carbonic acid mechanically inclosed in minerals on their fracture or decomposition. The carbonic acid of the air is consumed chiefly by the following processes: (6) formation of carbonates from silicates on weathering; and (7) the consumption of carbonic acid by vegetative processes. The ocean, too, plays an important role as a regulator of the quantity of carbonic acid in the air by means of the absorptive power of its water, which gives off carbonic acid as its temperature rises and absorbs it as it cools. The processes named under (4) and (5) are of little significance, so that they may be omitted. So too the processes (3) and (7), for the circulation of matter in the organic world goes on so rapidly that their variations cannot have any sensible influence. From this we must except periods in which great quantities of organisms were stored up in sedimentary formations and thus subtracted from the circulation, or in which such stored-up products were, as now, introduced a new into the circulation".
Svante Arrhenius in "Philosophical Magazine", 1896, vol. 41, pp. 237-276.

Ora tocca a te

DOMANDE E ATTIVITÀ

1. Un modo semplice con cui puoi sperimentare l'elasticità dell'aria consiste nello spingere il pistone di una siringa tappata. Grazie a un esperimento simile, Robert Boyle ha compreso che l'aria doveva essere costituita da particelle elastiche dotate di una certa forma e movimento. Riesci a immaginare e a descrivere come possono cambiare le caratteristiche di tali particelle dell'aria se si aumenta o diminuisce la loro temperatura? Ti è mai capitato di provare un'esperienza in cui hai potuto osservare o impiegare l'elasticità di un gas e il modo in cui questa cambia con la temperatura? Impiega le tue considerazioni per lo studio delle leggi di Boyle e di Gay-Lussac.

2. Se si apre vicino a una fiamma un contenitore nel quale è stato raccolto idrogeno gassoso, questo si incendia e può esplodere. Per questa ragione, nel 1766 Henry Cavendish chiama questo gas "aria infiammabile". Sapresti descrivere quali sostanze partecipano al processo chimico e in che modo?

3. Immagina di avere 1 litro di idrogeno a 25 °C e a 1 atm di pressione. Con quanti litri di ossigeno (sempre a 25 °C e 1 atm di pressione) dovresti farlo reagire in modo che i due gas si combinino completamente per sintetizzare l'acqua? Se l'ossigeno fosse invece disponibile a una pressione di 5 atm, sempre a 25 °C, quale volume ti servirebbe? E se non avessi a disposizione ossigeno puro, in quale volume di aria atmosferica potresti trovare la quantità di ossigeno sufficiente a far reagire completamente quella quantità di idrogeno?

4. Se si pone una candela accesa in un contenitore chiuso, dopo un certo tempo questa si spegne perché ha consumato tutto l'ossigeno. Sapresti stimare come varia dall'inizio alla fine del processo la concentrazione del biossido di carbonio nel contenitore? Se questo esperimento fosse stato realizzato prima della rivoluzione industriale, credi che si sarebbero osservati valori diversi di concentrazione? Perché?

SCIENZA E SOCIETÀ

1. L'effetto serra è un fenomeno naturale molto importante per il mantenimento dell'equilibrio dell'ecosistema terrestre. L'entità di tale effetto dipende dalla concentrazione dei cosiddetti gas serra. Tale concentrazione non è mai rimasta costante nella storia del nostro pianeta tuttavia in epoca molto recente, da quando si fa un uso massiccio dei combustibili fossili, sta aumentando troppo velocemente. Il gas che desta le maggiori preoccupazioni è il biossido di carbonio, ma esistono altri gas serra. Sai quali sono e quanto contribuiscono al riscaldamento globale? Per ciascuno dei gas serra che hai individuato, prova a immaginare in quale modo, nella tua vita quotidiana, puoi contribuire ad aumentarne la concentrazione in atmosfera.

2. Secondo te, il tuo computer o il tuo smartphone possono modificare o aver modificato l'aria che respiri? In che modo? Prova a compiere una ricerca su Internet prendendo in considerazione aspetti come l'analisi del ciclo di vita di un prodotto, detta LCA (Life Cycle Analysis).

SCRIVERE DI SCIENZA

Uno dei capitoli più affascinanti del libro *Il sistema periodico* di Primo Levi è quello relativo al carbonio. L'autore immagina il viaggio di un atomo di questo elemento che, a partire da una roccia giunge in una foglia, in un essere umano e, infine, entra a far parte di un gas dell'atmosfera, fornendo una descrizione molto efficace del ciclo biogeochimico del carbonio. Dopo aver studiato le caratteristiche di un altro importante ciclo, quello dell'azoto, prova a ispirarti al racconto di Levi per inventare un possibile viaggio dell'atomo di azoto, dal legame con un altro atomo nella molecola bioatomica presente nell'aria, alla trasformazione chimica che subisce da parte di un batterio azotofissatore e così via. Prova inoltre a scrivere una seconda storia in cui l'atomo di azoto viene trasformato in ammoniaca all'interno di un impianto industriale che sfrutta il processo Haber-Bosch, per diventare, per esempio, parte di una molecola di fertilizzante per l'agricoltura e, da questo punto, continuare il suo viaggio.

PEARSON DIGITAL SYSTEM:

È il "sistema integrato" di prodotti e servizi per l'attività didattica, che parte dal libro di testo e ne amplifica le potenzialità formative grazie alla tecnologia digitale.

INTERACTIVE TABLET EDITION
lo studio cooperativo

INTERACTIVE TABLET EDITION
Il libro digitale per tablet e PC, con materiali interattivi e multimediali integrativi che facilitano la comprensione, lo studio e l'esercitazione.

LIMBOOK
Il libro sfogliabile e interattivo con materiali multimediali per fare lezione con la LIM o con PC e videoproiettore.

MYLAB
La piattaforma digitale Pearson per l'insegnamento e l'apprendimento personalizzato.

MYLAB
apprendimento personalizzato

CONSULENTE PEARSON
Formazione, assistenza, aggiornamento per l'insegnante e la scuola.

paravia
Archimede *edizioni*

a partire dal libro, molto di più.

e-BOOK PER TUTTI I TABLET

INTERACTIVE TABLET EDITION

LAVAGNA INTERATTIVA MULTIMEDIALE

LIMBOOK

LIMBOOK
motivazione
partecipazione
attenzione

LIBRO DI TESTO

MYLAB

e-LEARNING PIATTAFORMA DI APPRENDIMENTO

CONSULENTE PEARSON

FORMAZIONE ASSISTENZA AGGIORNAMENTO

CONSULENTE PEARSON
per l'insegnante
e la scuola

PEARSON DIGITAL SYSTEM®

edizioni scolastiche Bruno Mondadori

LANG EDIZIONI

PEARSON Longman

linx

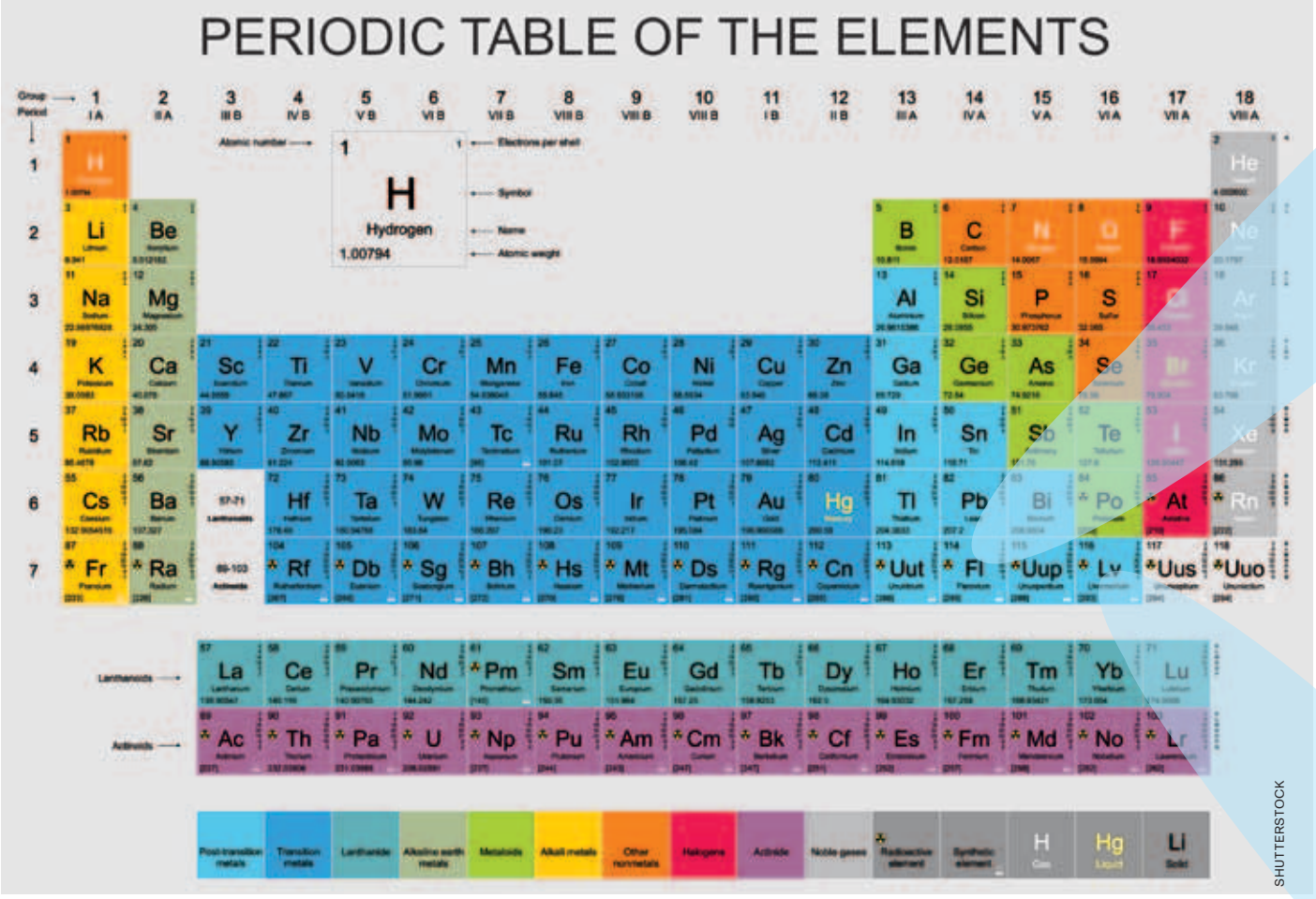
PARAMOND

THECNA

Novità in TAVOLA

Due nuovi elementi superpesanti sono stati aggiunti di recente alla tavola periodica, il Livermorio e il Flerovio.
Ma come viene assegnato il nome alle nuove scoperte?

PATRIZIA MARTELLINI



Con la sua proverbiale celerità (ci sono voluti circa 11 anni dalla scoperta effettiva), la IUPAC – l'ente internazionale preposto alla nomenclatura di elementi e composti chimici – ha annunciato la scoperta di due nuovi elementi: *Livermorium* e *Flerovium*, in italiano Livermorio e Flerovio. Ma come sono andate effettivamente le cose e, in generale, qual è il *modus agendi* della IUPAC?
A proposito, l'acronimo sta per International Union of Pure and Applied Chemistry e può essere interessante sapere che l'ente è stato fondato da August Kekulé, l'uomo che scoprì la struttura del benzene sognando nottetempo serpenti che si mordevano la coda.

Un atteggiamento prudente

Dopo la scoperta di un nuovo elemento, in genere trascorrono non meno di 10 anni prima che la IUPAC ne faccia l'annuncio ufficiale: un atteggiamento prudente, per essere davvero certi delle caratteristiche delle novità (ricordiamo che molti elementi fanno solo fugaci apparizioni di pochi secondi prima di decadere). Da questo momento gli scopritori possono proporre un nome da assegnare all'elemento: dopo un anno ancora, sentiti i pareri di vari esperti, la IUPAC annuncia infine il nome e il simbolo ufficiali. In effetti in questa fase possono arrivare importanti contributi: per esempio, per il Copernicio era stato scelto il simbolo Cp, ma molti fecero notare che era lo stesso

Scarica la scheda didattica
link.pearson.it/1A704864

simbolo del *Cassiopeium*, ora conosciuto come Lutezio. Il simbolo per il Copernicio divenne allora Cn, anche se circolano alcuni libri di chimica con simbolo Cp (e per altro va notato che molte tavole periodiche in circolazione si fermano al Meitnerio 109).

La difficile scelta del nome

In alcuni casi il processo di assegnazione del nome può diventare competitivo. Durante la Guerra fredda, per esempio, laboratori negli Stati Uniti e in Unione Sovietica affermarono di aver scoperto contemporaneamente alcuni nuovi elementi, reclamando entrambi il diritto ad attribuire loro un nome. Gli scienziati chiamano quella "lotta" durata decenni *Transfermium Wars* (guerra degli elementi oltre il Fermio). Era una specie di *Star Wars*, con la differenza che al posto di Darth Vader e Chewbacca che combattevano per il destino della galassia, c'erano i russi e gli americani che combattevano per il diritto a dare un nome ai nuovi elementi scoperti. Nel caso dell'elemento 104, per esempio, gli uni (i russi) proponevano *Kurchatovium* e gli altri *Rutherfordium*. Perché questi nomi? Igor Vasilyevich Kurchatov era un fisico nucleare sovietico (in realtà più militare che scienziato) che guidava lo sviluppo del programma nucleare del paese, dalle bombe atomiche ai reattori nucleari. Ernest Rutherford era invece un pioniere della ricerca atomica, noto per aver proposto il modello planetario dell'atomo e vincitore del premio Nobel per la chimica nel 1908. Finalmente nel 1997, dopo 33 anni di discussione, la IUPAC decise per *Rutherfordium*.

Piacere, Livermorio 116

Al Livermorio 116, che nella tavola periodica appartiene al gruppo 16, era stato assegnato il nome provvisorio (prima ancora che fosse scoperto) di eka-Polonio, ove il termine sanscrito *eka*, introdotto da Mendeleev, significa "posto sotto" perché si trovava proprio sotto la casella del Polonio. Lo si indicava anche con il buffo nome di *Ununhexium* (che significa 116 nel complesso protocollo *Systematic element name* IUPAC, che usa nomi latini e greci). L'elemento è stato finalmente ottenuto il 19 luglio 2000 nei laboratori del Joint Institute of Nucleare Research di Dubna, in Russia, e la storia della sua sintesi è un bellissimo esempio di collaborazione tra fisici russi e fisici americani, che solo pochi decenni prima, come abbiamo visto, erano completamente divisi e ostili.
Si tratta di un elemento superpesante e, come per tutti gli elementi superpesanti, per ottenerlo occorre bombardare un atomo pesante con un atomo leggero: dopo svariati tentativi, l'elemento pesante ingloba quello leggero formandone uno nuovo.
Poiché anche in ambito atomico 2+2 fa sempre 4, per ottenere un superelemento con numero atomico Z=116 la possibilità più efficace era usare un atomo di Curio (Cm), con Z=96, e uno di Calcio (Ca), con Z=20. In effetti, occorre usare elementi che si possano trovare in quantità sufficiente, un'impresa non semplicissima considerato che i transuranici sono molto instabili. E dunque:

$$^{48}_{20}\mathrm{Ca} + {}^{248}_{96}\mathrm{Cm} \rightarrow {}^{296}_{116}\mathrm{Lv}^{*} \rightarrow {}^{293}_{116}\mathrm{Lv} + 3\,{}^{1}_{0}\mathrm{n}$$

L'instabile Curio, però, non è facile da reperire in grandi quantità e qui entrano in gioco i fisici americani del Lawrence Livermore National Laboratory, che ne avevano una certa disponibilità in conseguenza delle attività di tipo militare che si svolgevano in passato in quel laboratorio. Il Curio infatti è uno dei prodotti della fissione del Plutonio, che avveniva nel reattore autofertilizzante usato per la produzione di Plutonio per scopi militari. Quindi i fisici del Livermore Lab hanno inviato in Russia la quantità di Curio necessaria, permettendo la sintesi dell'elemento 116, avvenuta nel 2000 mentre l'annuncio ufficiale è stato nel 2011.

L'IMPOSTORE

Quando Dmitri Ivanovich Mendeleev allestì la sua tavola periodica, essa era composta da una sessantina di elementi. Il chimico però aveva lasciato numerose caselle vuote dove, a suo modo di vedere, avrebbero trovato posto nuovi elementi, mano a mano che venivano scoperti. Per ognuno di questi elementi Mendeleev aveva indicato massa atomica e densità.
Nel 1878 il francese Paul-Émile Lecoq de Boisbaudran scoprì il primo elemento "nuovo", che entrava di diritto nella casella dell'eka-alluminio, e lo chiamò *Gallio*, in onore della sua patria, *Gallia* per i romani. Ma perché non chiamarlo *Francio* (nome assegnato in seguito a un elemento scoperto nel 1930)? La risposta è semplice: Lecoq in francese significa "il gallo". In pratica, il "furbetto" si era autodedicato l'elemento!
Venendo al Gallio, si tratta di un metallo anomalo che fonde a basse temperature (29 °C), una condizione che permette scherzi spassosissimi. È infatti possibile acquistare (o produrre con appositi kit) bellissimi cucchiaini cesellati di Gallio: basta servire a un ospite un bel tè fumante e osservare il suo sguardo attonito quando il tè gli "divora" il cucchiaino (**link.pearson.it/F313ED51**).

PHOTOS.COM

PATRIZIA MARTELLINI
è laureata in scienze biologiche e insegna biologia e chimica in un liceo. Ha da sempre un grande interesse per il mondo naturale e ama definirsi come fece Darwin: I was born a naturalist. Collabora al portale italiano dell'evoluzione, Pikaia, e cura il blog divulgativo Evolve or Die, **wwwevolvedie.blogspot.com**

Dedica al laboratorio

I fisici russi hanno deciso di assegnare al nuovo elemento il nome *Livermorium*, come ringraziamento ai colleghi americani. In realtà, in un primo momento i ragazzi di Dubna volevano chiamarlo *Moscovium* in onore della regione dove si trova la loro città, ma sono tornati a più nobili intenti! La IUPAC si è espressa chiaramente: il nome dell'elemento è dedicato ai laboratori di ricerca, però occorre precisare che questi prendono il nome dalla città che li ospita, cioè Livermore, in California, la quale a sua volta prende il nome dal rancheros e proprietario terriero Roberto Livermore, che a metà Ottocento contribuì alla sua fondazione. Insomma: se qualcuno pensasse che il nuovo elemento sia stato dedicato a un aitante cowboy californiano, sappia che è in errore. E prima di passare al Flerovio, un'ultima curiosità: dato che il Livermorio si trova proprio sotto al Polonio dovrebbe essere un metallo altamente radioattivo: ricordate la vicenda di Alexandre Litvinenko, la spia russa uccisa nel 2006 con il Polonio?

Flerovium, 114

Il Flerovio 114, noto anche come eka-piombo o *Ununquadio*, appartiene al gruppo 14 ed è stato sintetizzato per la prima volta nel dicembre 1998 dai fisici del Flerov Laboratory of Nuclear Reactions (FLNR), sempre a Dubna. Anche questa scoperta è stata annunciata dalla IUPAC nel 2011 e anche in questo caso si tratta di un superelemento, ottenuto a partire da un atomo di Plutonio (Pu), con Z=94, e uno di calcio (Ca), con Z=20.

$$^{244}_{94}\mathrm{Pu} + {}^{48}_{20}\mathrm{Ca} \rightarrow {}^{292}_{114}\mathrm{Fl} \rightarrow {}^{289}_{114}\mathrm{Fl} + 3\,{}^{1}_{0}\mathrm{n}$$

I ricercatori avevano pensato di dedicare l'elemento al fondatore del loro istituto, Georgy Nikolayevich Flyorov, un fisico che ha scoperto la fissione spontanea dell'Uranio e che soprattutto ha lavorato alla costruzione della bomba atomica russa.
La IUPAC precisa invece che l'elemento è dedicato ai laboratori FLNR. Sì, perché in fin dei conti Flyorov è un personaggio un po' ingombrante. Nel 1942, lo scienziato inviò a Stalin una lettera in cui faceva notare come, sulle riviste scientifiche americane, inglesi e tedesche, non vi fossero articoli riguardo alla fissione nucleare, cosa che gli faceva supporre che ci stessero lavorando in gran segreto. Con questa lettera convinse Stalin dell'urgenza di sviluppare un ordigno atomico.
All'elemento è stato assegnato il simbolo Fl, criticato perché con alcuni font la "elle" può essere scambiata per il numero 1. La mia esperienza pluridecennale di insegnante di chimica mi ha fatto pensare che alcuni studenti che alla domanda "Qual è il simbolo del Fluoro?" rispondono "Fl", finalmente potranno almeno dire di aver citato un elemento! Nella tavola periodica il Flerovium è posto sotto al Piombo, quindi dovrebbe essere un metallo duttile ma compatto e, perché no, forse anche velenoso.

Scommesse per il futuro?

Avevo molto apprezzato che l'elemento 112 fosse stato dedicato a Copernico, mentre non mi è affatto piaciuto il riferimento – seppure velato – fatto nel 2012 a un sostenitore delle armi nucleari come Flyorov. In ogni caso, il prossimo nome da assegnare dovrà essere quello del gas nobile 118, scoperto nel 2002 (quindi con i tempi dovremmo esserci). Come per gli altri gas nobili (ricordate il *Kripton*?), la sua terminazione in inglese dovrà essere in *-on*. Io suggerirei *Ghiorson*, dedicato ad Albert Ghiorso, grandissimo fisico americano che con Glen Seaborg scoprì 9 elementi transuranici e con il suo gruppo di lavoro altri tre: Nobelio, Laurenzio e Dubnio. E attendo con ansia, ma per questo ci vorrà molto più tempo, anche il nome dell'elemento 117 (scoperto nel 2010), un alogeno che dovrà quindi avere terminazione in *–ine*, come *Iodine*. Qualche suggerimento?

IN RETE!

Tavola in video Serie di brevi video sugli elementi della tavola periodica, ideati da Martin Poliakoff, chimico dell'Università di Nottingham. **www.periodicvideos.com**

Investigare i **fiumi**

Nel numero 12 di “Linx Magazine” abbiamo proposto un percorso *inquiry based* sul ciclo idrologico: in questo ne presentiamo una prosecuzione, dedicata ai sistemi fluviali.

Esempio di fiume a basso gradiente.

BARBARA SCAPELLATO

Scarica le schede didattiche
link.pearson.it/83E6FEC

Nubifragi, frane, alluvioni colpiscono sempre più spesso il nostro paese e suscitano molti interrogativi negli studenti, offrendo occasioni di riflessione in classe. In questo articolo viene illustrato un percorso di *inquiry* sui sistemi fluviali adatto a classi di prima superiore e sviluppato con il modello delle 5E [1, 2]. Le schede di lavoro dettagliate sono disponibili online.

Engage. Che cosa ne pensi?

Per introdurre lo studio dei sistemi fluviali si inizia la lezione presentando agli studenti le immagini di due fiumi con caratteristiche diverse (alto e basso gradiente) e ponendo le seguenti domande: quali sono le differenze tra i due corsi d’acqua? Questi due fiumi potrebbero trovarsi nella stessa area geografica? Gli studenti devono riflettere individualmente sulle domande, iniziando a completare sul proprio quaderno una tabella KWL [2] a quattro colonne (QKWL). Nella prima (*Question*) riportano le domande; nella seconda (*Know*) le risposte (ciò che sanno già o credono di sapere sulle caratteristiche di un corso d’acqua e sul suo regime); nella terza (*Want*) le cose che non sanno e avrebbero bisogno di sapere per rispondere. La quarta colonna (*Learned*) verrà riempita dopo.
Le risposte fornite da ciascuno vengono discusse in classe. In questa fase è importante evitare di etichettare le risposte come giuste o sbagliate: bisogna, invece, accettarle tutte, incoraggiando gli studenti a spiegarsi con chiarezza. Questa attività serve per raccogliere informazioni sulle preconoscenze degli studenti e per farsi un’idea della diversità delle loro idee.

Esempio di fiume ad alto gradiente nel canyon Maligne, a sud di Jasper, Alberta.

Panoramica delle possibili risposte

Le risposte degli studenti alla prima domanda includeranno osservazioni sulle differenze più ovvie tra i due corsi d'acqua: canale più stretto o più ampio, acqua che scorre velocemente contrapposta ad acqua che si muove lentamente, presenza o assenza di grossi massi tondeggianti e di cascate. Alcuni potrebbero notare anche le pareti ripide ai lati di un fiume e le sponde pianeggianti nell'altro o menzionare differenze meno evidenti, come quelle legate al modo in cui il gradiente del fiume interagisce con il paesaggio portando nel tempo a cambiamenti nel sistema fluviale.
Per discutere la seconda domanda si può iniziare con una votazione per alzata di mano e dopo aver contato i risultati incoraggiare gli studenti ad argomentare la risposta. Spesso, i ragazzi ipotizzano che questi corsi d'acqua si trovino in luoghi geografici differenti poiché sembrano molto diversi. In realtà, i corsi d'acqua ad alto e basso gradiente possono trovarsi anche nella stessa area: è possibile che fiumi che scorrono attraverso ripidi canyon giungano in pianure a bassa pendenza, vicini a fiumi a basso gradiente, o che addirittura uno stesso fiume possa avere tratti ad alto e basso gradiente molto vicini tra loro.

Leggere, domandare, riflettere

Per continuare la riflessione si divide la classe in piccoli gruppi e si propone la lettura di un articolo sui fiumi in secca e l'emergenza idrica [3] insieme ad alcune domande che hanno lo scopo di far emergere preconoscenze ed eventuali concezioni errate sui sistemi fluviali: da dove proviene l'acqua di un fiume? Come mai durante i periodi di siccità un fiume continua a scorrere, anche se con un flusso minimo? Da dove proviene quest'acqua? Che cos'è la portata di un fiume? Che cosa succede a un sistema fluviale quando viene costruita una diga? Che cosa succederebbe se in una regione la siccità continuasse per anni? Che effetto ha, nel tempo, lo scorrere di un fiume sul paesaggio? Mentre i ragazzi lavorano si gira tra i banchi per fornire supporto. Le risposte dei vari gruppi saranno ritirate al termine del tempo stabilito (e riconsegnate la lezione seguente) per raccogliere elementi utili per la loro discussione ma anche per la valutazione formativa. È importante che questa attività venga svolta in classe: se le risposte venissero assegnate come compito domestico i ragazzi non si sforzerebbero di riflettere ma cercherebbero una risposta preconfezionata sui libri o sul web togliendo significato all'attività.
La lezione riparte con la discussione sulle riflessioni dei vari gruppi, che avranno a disposizione cinque minuti ciascuno per presentarle alla classe. Al termine della discussione è opportuno fare una sintesi di quanto emerso senza dare giudizi di merito alle risposte date. A casa, gli studenti inseriranno le domande nella tabella QKWL e completeranno le colonne K e W.

Explore. Si comincia a investigare!

Si propone una prima attività (*Investigare un fiume ad alto gradiente*) sull'erosione e la deposizione che si verifica lungo fiumi che si trovano in condizioni di pendenza diversa. L'attività utilizza un modello chiamato *stream table* per cui si inizia spiegando che, non essendo sempre possibile studiare sul campo i processi che si verificano in un corso d'acqua, gli scienziati usano questi modelli di fiume in miniatura per studiare in laboratorio il ruolo svolto dall'acqua nel plasmare il paesaggio in condizioni differenti. Si illustra, quindi, il funzionamento del modello. È bene sottolineare l'importanza del prendere appunti, in quanto tutte le osservazioni fatte saranno fondamentali per il lavoro di gruppo previsto nella seconda parte dell'investigazione. Prima di cominciare si chiede agli studenti di scrivere sul quaderno (individualmente)

che cosa pensano accadrà alla sabbia quando l'acqua comincerà a scorrere. Dopo un paio di minuti, si comincia a osservare il modello in *azione*. Gli studenti devono fare un disegno schematico del fiume in cui annotare le loro osservazioni riguardo al modo in cui l'acqua si muove, se e dove preleva sabbia e dove viene depositata la sabbia eventualmente spostata. I ragazzi dovrebbero osservare che l'acqua si muove molto lentamente, che mentre scorre non sposta molta sabbia e che la poca sabbia spostata si deposita sul fondo della vaschetta, formando un deposito a ventaglio. Mentre l'acqua scorre si chiede: perché l'acqua si comporta così? (La risposta potrebbe riguardare la scarsa pendenza dello stream table.) In natura, che cosa fa muovere l'acqua di un fiume? (La risposta dovrebbe avere a che fare con la forza di gravità.)

Al lavoro!

Dopo circa 10 minuti la classe, divisa in piccoli gruppi, comincerà a lavorare in postazioni allestite con stream table a pendenza maggiore (se si dispone di una sola vaschetta anche questa attività può essere svolta come una dimostrazione da parte dell'insegnante ma gli studenti dovranno rispondere alle domande lavorando in gruppo). Durante l'attività gli studenti dovranno osservare attentamente quanto accade alla ricerca di evidenze che li aiutino a rispondere alla domanda: in che modo la pendenza del fiume influenza l'interazione tra l'acqua e la sabbia? Si fa notare che lo stream table ha una pendenza maggiore rispetto a quello osservato precedentemente e si chiede: che cosa pensate che accadrà quando l'acqua comincerà a scorrere sulla sabbia? Si lasciano due minuti per scrivere la risposta sul quaderno e infine si dà il via al lavoro. Gli studenti osservano cosa accade e fanno sul quaderno un disegno schematico del fiume in cui annotano tutti i cambiamenti, descrivendo soprattutto il modo in cui l'acqua si muove e gli effetti che ha sul canale e sui sedimenti (da dove vengono prelevati, dove vengono depositati e in che modo). Potrebbe essere utile far fare una fotografia del "prima e dopo" o meglio ancora un video (basta un cellulare per girarlo).

Guidare la riflessione

Quando l'acqua avrà finito di scorrere gli studenti rispondono, in gruppo, a queste domande: Che cosa è successo quando l'acqua ha cominciato a scorrere? Che forma ha il fiume che si è formato? (Fiumi ripidi, ad alta energia, hanno canali abbastanza lineari e più profondi.) In quali parti del fiume l'acqua ha maggiore tendenza a portar via la sabbia? (Nella parte più a monte.) Dove tendono a depositarsi i sedimenti spostati? (Quando il fiume raggiunge un'area a gradiente zero, il livello di energia diminuisce e il fiume deposita i sedimenti che si spargono formando una struttura a forma di ventaglio.) In quale parte dello stream table l'acqua scorre più velocemente e dove più lentamente? (Più velocemente nella parte a monte, più lentamente verso valle.) Utilizzando le idee pregresse, nel disegno del fiume gli studenti devono indicare anche quali parti rappresentano l'alveo, la sorgente, la piana alluvionale, il delta e il mare o l'oceano.
La terminologia specifica verrà introdotta successivamente. A conclusione dell'attività rispondono alla domanda investigata supportando la spiegazione con le evidenze raccolte e mettono a confronto la previsione iniziale con le conclusioni. Poi ogni gruppo condivide, argomentandole, le proprie conclusioni con l'intera classe. È bene prendere nota delle risposte degli studenti e fare una sintesi finale delle conclusioni dei vari gruppi. Le risposte degli studenti possono variare ma dovrebbero contenere le seguenti evidenze: una pendenza maggiore sposta molta più sabbia, scava canali più profondi o più ampi, crea conoidi più lunghi o più ampi.
Conclusione: in un fiume a elevata pendenza l'erosione è maggiore.

Explain. Si comincia a capire

In questa fase gli studenti vengono aiutati a focalizzare l'attenzione su particolari aspetti delle esperienze fatte attraverso la spiegazione dei concetti, l'introduzione del lessico scientifico appropriato e la discussione delle eventuali convinzioni errate emerse relativamente al deflusso superficiale e sotterraneo dell'acqua nel contesto del ciclo idrologico e alla formazione e alle caratteristiche dei corsi d'acqua (pendenza, caratteristiche dell'alveo, portata, regime, profilo longitudinale, differenza tra fiume e torrente e caratteristiche di un fiume ad alto gradiente).
Per casa si assegna lo studio delle pagine del libro di testo relative a tali concetti e alcune domande per verificare la comprensione di quanto appreso: perché

CORTESIA DI BARBARA SCAPELLATO

Esempio di *stream table*, modello che consente agli scienziati di sperimentare e studiare i processi che si verificano in un corso d'acqua.

BARBARA SCAPELLATO
è docente di scienze nella scuola superiore. Laureata in scienze biologiche, svolge attualmente un dottorato di ricerca sulla didattica delle scienze della Terra presso l'Universita` di Camerino ed è nella redazione del progetto ICLEEN (**www.icleen.museum**).
Per contattarla, scrivere all'indirizzo: **barbarascapellato@gmail.com.**

un fiume ad alto gradiente può spostare sedimenti anche di grandi dimensioni? Che cos'è la portata di un fiume? Come cambia la portata passando da un fiume ad alto gradiente a uno a basso gradiente? Perché i corsi d'acqua ad alto gradiente causano l'erosione verticale delle loro valli? Che cosa può far cambiare la portata di un fiume nel tempo? In questa fase dovranno rispondere utilizzando il lessico specifico della disciplina. Se gli studenti dispongono di una postazione internet, per rinforzare la comprensione dei concetti appresi si può assegnare anche l'attività *Studiare la portata di un fiume virtuale* (**link.pearson.it/4D0F3DF8**). Nella lezione successiva, si somministra un breve test a scelta multipla per verificare l'apprendimento del lessico specifico e si discutono le risposte date alle domande assegnate.

Una nuova investigazione

Si introduce, quindi, la seconda attività (*Investigare un fiume a basso gradiente*), in cui gli studenti osservano l'erosione e la deposizione che si verifica lungo fiumi a basso gradiente. Questa volta si scava nella sabbia dello stream table un canale con curve, lasciando dritto il primo tratto e si chiede: che cosa pensate che accadrà quando l'acqua comincerà a scorrere sulla sabbia? Quindi, gli studenti osservano cosa accade e nel disegno del fiume indicano con un meno le aree in cui la sabbia viene portata via (erosione) e con un più le aree in cui la sabbia viene depositata (deposizione), descrivendo e disegnando anche il sistema di emissari che si sviluppa dove il fiume arriva al "mare". Dopo 10 minuti si chiede ancora: se la pendenza fosse maggiore il fiume avrebbe le stesse caratteristiche? Che cosa pensate che accadrà aumentando la quantità dell'acqua che scorre? (Tutte le risposte a queste domande dovranno essere annotate sul quaderno.) A questo punto si aumenta il flusso dell'acqua e gli studenti osservano quanto accade alla ricerca di evidenze che li aiutino a rispondere alla domanda: in che modo la velocità del flusso influenza l'erosione lungo le sponde di un fiume? È bene ricordare che nel rispondere devono utilizzare le osservazioni fatte, perché la spiegazione deve essere supportata dalle evidenze raccolte.

Ragionare ancora

Dopo 10 minuti si interrompe il flusso dell'acqua e si chiede ai gruppi di riflettere su queste domande: perché la sabbia viene prelevata e deposta nei punti che avete indicato? (La parte più esterna dell'ansa di un fiume è più soggetta a erosione, mentre quella più interna è più soggetta a deposizione. Questo accade perché l'acqua preleva sedimenti nella parte esterna della curva, dove si muove più in fretta, mentre li deposita nella parte interna, dove si muove a velocità minore.) Quando la portata di un fiume aumenta, aumenta anche la velocità del flusso del fiume? (Sì: vale la relazione $Q = V_m \cdot A$, dove Q è la portata, V_m è la velocità media del flusso e A è l'area della sezione trasversale). Al termine dell'investigazione ogni gruppo condivide con la classe le proprie conclusioni supportate dalle evidenze raccolte rispondendo anche a queste domande: la previsione iniziale concorda con le conclusioni? Se voleste cercare una spiaggia in un fiume con tante curve (a meandri), dove vi aspettereste di trovarne una: sulla parte interna o sulla parte esterna di una curva? Perché? (Nella parte interna, perché è qui che il fiume deposita i sedimenti.) Secondo voi, in natura quali eventi potrebbero portare a un aumento della velocità del flusso di un fiume? (Piogge abbondanti, scioglimento di neve o ghiacciai, lenti fenomeni di sollevamento crostale e di subsidenza che modificano la pendenza del terreno.) Anche questa volta è bene fare una sintesi finale delle conclusioni dei vari gruppi.

Velocità ed erosione

La risposta alla domanda investigata dovrebbe contenere questi elementi: il flusso maggiore, più veloce, ha spostato più sabbia verso valle (ha causato una maggiore erosione) e ha creato conoidi più ampi o più lunghi; il flusso maggiore tende anche a "pulire sfregando" il letto del fiume, lasciando solo sedimenti molto fini e lisci sul fondo del canale mentre spazza a valle le particelle più grandi. Le particelle fini che vengono trasportate a valle vanno a finire nel contenitore di raccolta dell'acqua. Un aumento della velocità del flusso produce una maggiore erosione e fa aumentare la sinuosità del fiume più rapidamente. Qualcuno potrà trovare strano che alcune delle particelle più fini siano rimaste sul fondo del fiume, mentre quelle più grandi sono state portate via. Ci sono un paio di motivi per cui ciò accade. Lo strato d'acqua che scorre a contatto con il fondo (strato limite), a causa dell'attrito, si muove più lentamente rispetto all'acqua soprastante.

PHOTOS.COM

Veduta aerea della diga di Hoover, situata tra Nevada e Arizona.

Se una particella grande sporge fuori dallo strato limite, viene colpita dall'acqua che si muove più velocemente e può avere abbastanza forza per spostarlo. Inoltre, le particelle più piccole tendono a incollarsi, così il fiume ha bisogno di una velocità relativamente elevata per sollevarle. Una volta in sospensione, però, sono trasportate più velocemente e più lontano rispetto alle particelle più grandi.

Comprendere ancora meglio

Terminata l'investigazione si torna nuovamente alla fase di *explain*, in cui gli studenti vengono aiutati a focalizzare l'attenzione su particolari aspetti delle esperienze fatte attraverso la spiegazione di concetti, l'introduzione del lessico scientifico appropriato e la discussione delle eventuali convinzioni errate emerse relativamente a: tracciati fluviali (fiumi rettilinei, a canali intrecciati e a meandri); caratteristiche di un fiume a meandri; fiumi e ciclo dell'acqua; inondazioni dei fiumi a basso gradiente; rischio idrologico e idraulico.
Per casa, viene assegnato lo studio delle pagine relative a tali concetti sul libro di testo e il completamento della colonna L (*Learned*) della tabella QKWL. Si richiede anche di mettere a confronto le risposte date nelle varie colonne per mettere in evidenza i progressi fatti e verificare la presenza di eventuali concezioni errate nelle conoscenze pregresse. Chi ha accesso a internet, può approfondire i temi trattati con l'attività *Studiare le piene di un fiume virtuale* (**link.pearson.it/D4066C42**).

Elaborate

In questa fase gli studenti approfondiscono e rinforzano la comprensione di ciò che hanno appreso, applicandolo in contesti nuovi: si tratta di un'ulteriore riflessione guidata da domande, la cui risposta necessita l'applicazione delle conoscenze acquisite e l'uso rigoroso del lessico scientifico. Si assegna la lettura di un articolo preso da un quotidiano che parli di fenomeni collegati a una piena di un fiume locale e una serie di domande tra cui, per esempio: che cosa causa le inondazioni nei fiumi a basso gradiente? Di che colore è l'acqua durante una piena? Sai spiegarne il motivo? Che effetto può avere un'alluvione sui servizi pubblici come strade e telefoni? Che cosa possono fare i servizi di emergenza (protezione civile) prima, durante e dopo una piena? Il corso d'acqua della tua città è ad alto o a basso gradiente? Quali eventi potrebbero essere causati da un aumento improvviso della velocità del corso d'acqua della tua città? Poiché costituiscono barriere fisiche negli spostamenti, i fiumi nel corso della storia sono stati usati come confini politici. Questo include confini tra le città, tra le province, gli stati e le nazioni. Sai fornire qualche esempio di fiume utilizzato come confine nella zona in cui vivi? È più probabile trovare un centro urbano vicino a un fiume ad alto gradiente o a basso gradiente? Quali possono essere i vantaggi del costruire una comunità sulla piana alluvionale di un fiume? Quali gli svantaggi? Pensi che i vantaggi superino gli svantaggi, o viceversa? Altre domande sono disponibili online. Ancora una volta, fondamentale è la riflessione scaturita dalla discussione delle risposte in classe.

Evaluate

Nella verifica finale lo studente non dovrà dimostrare la semplice conoscenza dei contenuti studiati, ma dovrà mettere a frutto quanto appreso per comprendere e rielaborare criticamente casi di studio "autentici" legati ai sistemi fluviali. L'insegnante ha così l'opportunità di valutare il progresso degli studenti nel raggiungimento degli obiettivi educativi. Gli studenti, però, sono anche incoraggiati ad autovalutare la propria comprensione di quanto appreso e le abilità acquisite attraverso la compilazione di una scheda per l'autovalutazione personale e del lavoro di gruppo. Il costante utilizzo della tabella QKWL ha consentito ai ragazzi di monitorare il proprio apprendimento e di comprendere e modificare le proprie convinzioni errate. Per l'insegnante questo strumento è stato utile anche per la valutazione formativa.

RISORSE

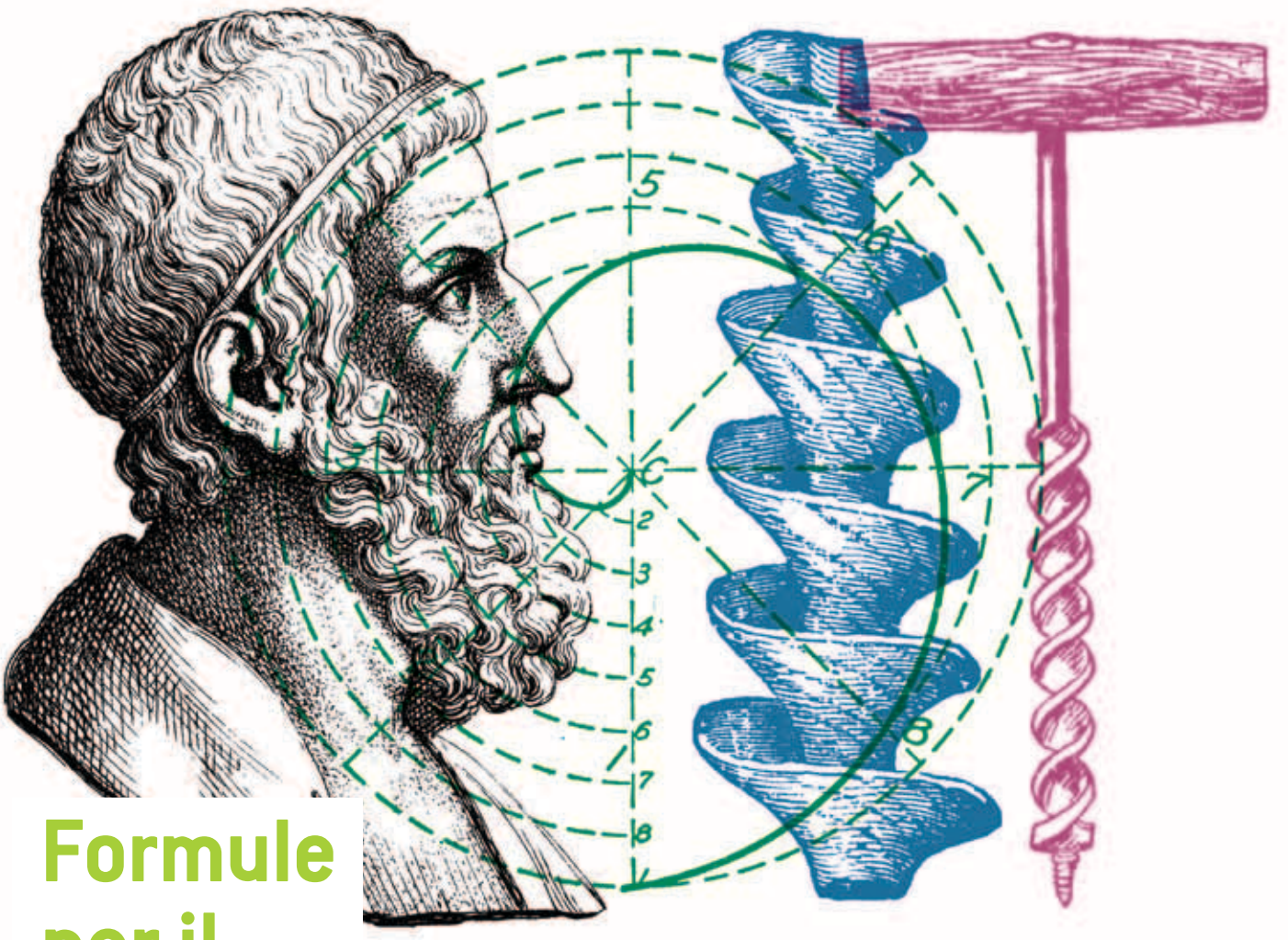
1 **link.pearson.it/965AFA4F**

2. B. Scapellato, *Investigare il ciclo dell'acqua*, in "Linx Magazine", 2012, vol. 12, pp. 46-50.

3. Per esempio: **link.pearson.it/3A080D6E**

PER APPROFONDIRE

— K.D. Lillquist & P.W. Kinner, *Stream tables and watershed geomorphology education*, in "Journal of Geoscience Education", 2002, vol. 50, pp. 583-593.



Formule per il pianeta Terra

Il nostro è un pianeta dinamico e la matematica è uno strumento fondamentale per descriverne i processi e forse anche per dare una mano ad affrontare situazioni critiche. Spunti di riflessione dall'anno della matematica per la Terra.

LORETTA SALINO

Che cosa serve la matematica? Molti di noi se lo sono chiesto, almeno una volta nella vita, spesso senza arrivare a una risposta convincente. Ma forse sarebbe più facile rispondere alla domanda "A che cosa *non* serve la matematica?", tante sono le sue applicazioni al mondo reale e le sue connessioni con le altre branche del sapere. Se la matematica è linguaggio, astrazione, organizzazione delle idee, tutti noi da bambini siamo stati grandi matematici ogni volta che abbiamo imparato a descrivere e a comprendere la realtà circostante, per esempio riconoscendovi forme geometriche: un cerchio al posto del Sole; una linea retta invece della scia di un aereo; un rettangolo là dove c'era una finestra. Spesso, però, chi si pone la domanda "a che cosa serve la matematica?" non sta cercando il modo in cui questa disciplina modella e struttura il nostro pensiero, ma le sue applicazioni pratiche. È a questo tipo di domanda che tenta di rispondere l'International Mathematical Union con il lancio di Mathematics of Planet Earth 2013 (**http://mpe2013.org**), un'iniziativa

LORETTA SALINO
è lo pseudonimo di un gruppo di matematici, ex studenti della Scuola Normale di Pisa, che unisce esperienze nel campo dell'editoria digitale, della didattica e della ricerca pura.

Scarica la scheda didattica
link.pearson.it/F4999165

rivolta a matematici, ricercatori, insegnanti, studenti e divulgatori che ha lo scopo di mettere a fuoco il ruolo della matematica nell'affrontare le sfide del nuovo millennio: dal riscaldamento globale alla crisi finanziaria, dalle emergenze sanitarie che colpiscono varie aree del pianeta alla comprensione dell'Universo.

Un pianeta ancora da scoprire

In una giornata invernale del 1961, Edward Lorenz, professore di meteorologia del MIT di Boston, stava testando alcuni modelli matematici pensati per effettuare previsioni meteo a partire dall'osservazione di grandezze quali temperatura, pressione e velocità del vento. Quel giorno Lorenz era occupato a ripetere una simulazione che aveva già sperimentato, inserendo però un valore approssimato al posto del valore esatto. Quello che ne scaturì fu uno scenario completamente diverso dal precedente: quella piccolissima variazione aveva causato enormi modificazioni nei risultati finali.
L'analisi del fenomeno – noto oggi come *effetto farfalla* [1] – condusse Lorenz alla formulazione della *teoria del caos*, una visione che mise in grossa crisi l'approccio deterministico degli scienziati, ben espresso da Laplace: se conoscessimo tutto dell'Universo in un dato istante «niente sarebbe incerto e il futuro, come il passato, sarebbero presenti ai nostri occhi». Purtroppo l'esperienza di Lorenz mostrava che, essendo le rilevazioni dei dati affette da errori di misura, le previsioni meteo avrebbero potuto discostarsi sensibilmente dalla realtà a causa di queste – se pur piccole – imprecisioni. Il che aveva un inquietante corollario che si estendeva a tutti i campi della scienza: prevedere il futuro è praticamente impossibile.

L'origine del caos

Ma qual è l'origine del caos? Proviamo a illustrare il concetto con un esempio (del tutto ipotetico). Consideriamo una comunità di 20 leoni. Se gli animali aumentano di 10 individui all'anno, l'andamento della popolazione sarà rappresentato graficamente da una retta il cui coefficiente angolare dà una misura di questo aumento in funzione del tempo. L'andamento risulterà lineare e questo significa che l'incremento è costante nel tempo (Figura 1).
Se consideriamo un'altra comunità, formata al tempo zero da 22 leoni invece che da 20, ma con lo stesso ritmo di crescita all'anno, la differenza tra le due popolazioni sarà sempre di 2 individui. Consideriamo ora una comunità di 20 topi, nella quale il numero di individui raddoppia ogni anno. L'andamento della popolazione non è più lineare ma esponenziale. Quindi se prendiamo ora un gruppo di 22 topi, la differenza tra le due popolazioni non sarà sempre di 2 individui, come nel caso dei leoni, ma crescerà di anno in anno, fino a raggiungere, dopo dieci anni, un valore che supera le 2000 unità (Figura 2).
Mettiamoci nei panni di un ipotetico scienziato che deve fare previsioni e prendere decisioni a lungo termine sulla situazione delle due comunità. Nel caso dei leoni possiamo permetterci di commettere piccoli errori nella misurazione della popolazione, sicuri di ritrovarli inalterati anche dopo un lungo periodo. Nel caso dei topi, invece, un piccolo errore si trasformerà in una variazione enorme e così la nostra previsione potrebbe discostarsi sensibilmente dal corso reale degli eventi. In un certo senso, quindi, la ragione del caos è profondamente matematica, in quanto risiede nella *non linearità* di molti fenomeni naturali. Ecco perché la matematica si rivela uno strumento estremamente adatto e potente a descrivere il pianeta che ci accoglie e a svelarne i misteri.

Un modello per prede e predatori

Per descrivere e comprendere il mondo in cui viviamo la scienza fa uso di modelli, ossia traduce in termini matematici i sistemi oggetto di studio. Molti fenomeni che avvengono sulla Terra possono essere rappresentati attraverso sistemi dinamici, cioè gruppi di equazioni differenziali che descrivono l'andamento delle grandezze in gioco e i loro legami funzionali. Fu attraverso sistemi di questo

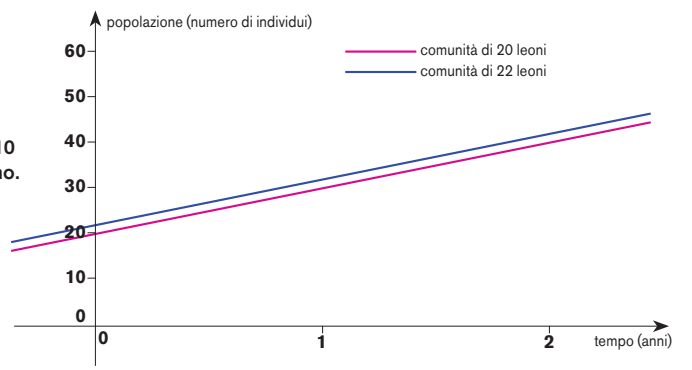


Figura 1. Andamento (lineare) di due popolazioni di leoni che aumentano di 10 individui all'anno.

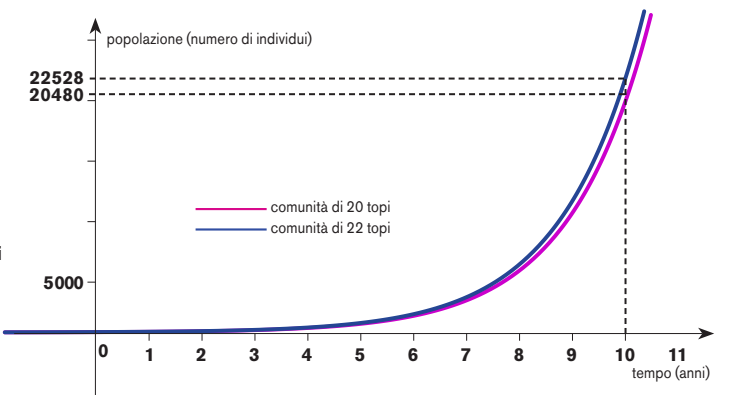


Figura 2. Andamento (esponenziale) di due popolazioni di topi il cui numero di individui raddoppia ogni anno.

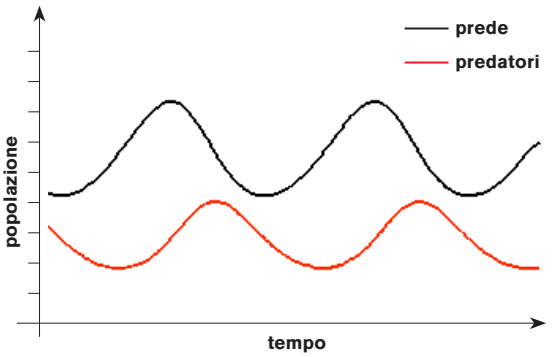


Figura 3. Andamento modello di un sistema preda-predatore secondo le equazioni di Volterra-Lotka.

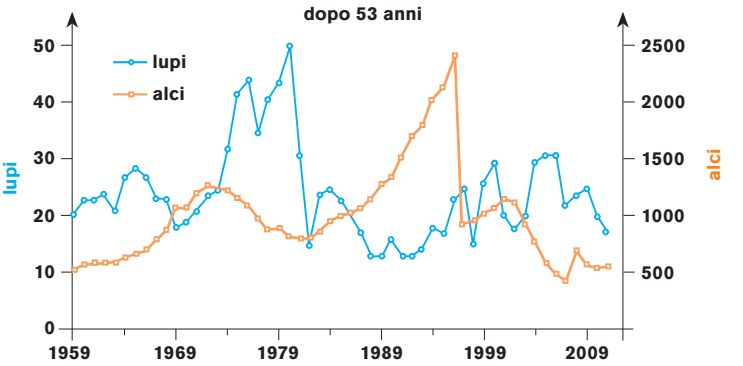


Figura 4. Andamento reale delle popolazioni di alci e lupi dell'Isle Royale National Park negli ultimi 50 anni. Fonte: Wolves and Moose of Isle Royal Project, **link.pearson.it/1A97F049**.

tipo che Lorenz formalizzò la sua teoria del caos ed è grazie alla loro conoscenza che oggi vengono studiati sistemi biologici complessi.
Per capire di che cosa stiamo parlando, facciamo un salto in Michigan, nell'Isle Royale National Park. Il parco costituisce un caso unico al mondo: qui alci e lupi convivono in un sistema in cui l'alce rappresenta la preda principale per il lupo e viceversa il lupo è l'unico predatore dell'alce. Sistemi come questi possono essere descritti da un punto di vista matematico dalle equazioni di Volterra-Lotka, messe a punto – in maniera indipendente – da Alfred J. Lotka nel 1925 e da Vito Volterra nel 1926 per lo studio dei sistemi preda-predatore. Le soluzioni di questo sistema di equazioni hanno un andamento periodico (Figura 3): ci dovremmo quindi aspettare che le popolazioni di alci e lupi del parco dell'Isle Royale abbiano un andamento oscillatorio, come quello delle curve rappresentate nel grafico. La realtà, però, non è esattamente questa. (Figura 3)

Vantaggi e limiti dei modelli

Dal 1958 un gruppo di ricercatori conduce un'analisi attenta delle due popolazioni sull'isola. A cinquant'anni dall'inizio dell'indagine, possiamo affermare che il numero di alci e lupi fluttua sì nel tempo (Figura 4), ma con un andamento che non corrisponde a quello previsto dai modelli matematici (**link.pearson.it/F3F4557C**).
Il modello di Volterra-Lotka, infatti, è applicabile solo a sistemi chiusi (assenza di migrazioni da e verso il sistema), in cui convivono soltanto una specie di prede e una di predatori (e invece sull'Isle Royale i lupi possono nutrirsi anche di lepri e castori), e non tiene minimamente conto delle condizioni ambientali che possono di fatto influenzare il tasso di crescita delle due specie (inverni rigidi, malattie).
Se da una parte le equazioni di Volterra-Lotka ci permettono di inquadrare il contesto in cui ci stiamo muovendo (un andamento oscillatorio delle popolazioni di alci e lupi), dall'altra non riescono a coglierne l'estrema complessità.
Il caso delle equazioni di Volterra-Lotka applicate ai lupi e agli alci dell'Isle Royale può farci riflettere a molti livelli. Dal punto di vista didattico, può essere di grande aiuto per far comprendere agli studenti l'importanza di un approccio creativo e aperto nei confronti dello studio della natura. Analizzando situazioni come questa, essi possono crescere con una maggiore consapevolezza dei limiti e delle prospettive della scienza, e attivare uno sguardo più critico e maturo nei confronti dei loro materiali di studio.

PHOTOS

SHUTTERSTOCK

Matematica per la sanità

Il nostro interesse, però, non è solo osservare e comprendere, ma anche organizzare e sfruttare le risorse disponibili in modo razionale. La matematica ci viene in aiuto a molti livelli: nella finanza, nelle scienze politiche e sociali, nell'organizzazione dei trasporti e delle reti di comunicazione, nella gestione

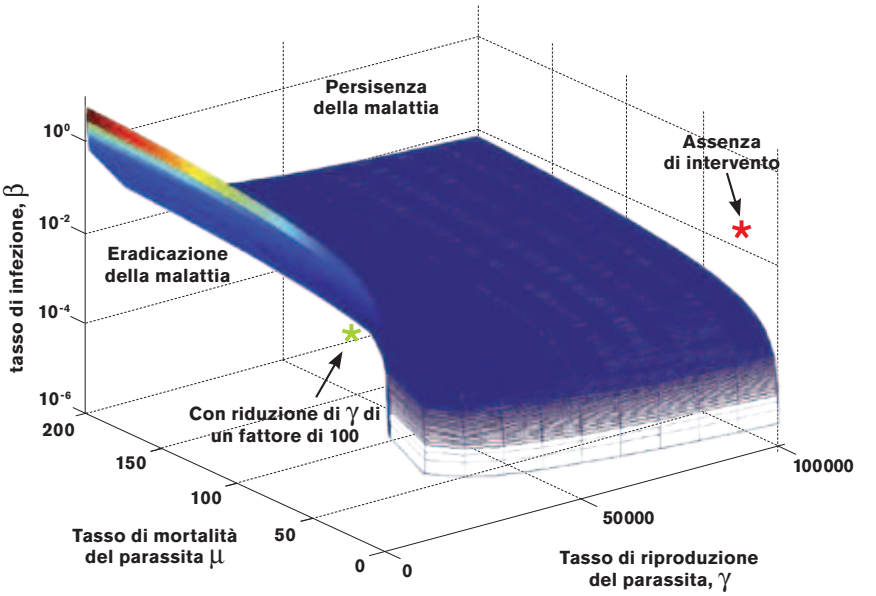


Figura 5. Rappresentazione grafica della funzione che esprime il numero medio di individui contagiati da un singolo individuo infetto da dracunculiasi.

delle risorse naturali, nell'assistenza sanitaria.
È questo il caso della dracunculiasi, una malattia diffusa in varie zone dell'Africa e dell'India e debellata in molte aree non grazie a farmaci o vaccini, bensì per merito, in un certo senso, della matematica! Il *Dracunculus medinensis* è un parassita umano che si diffonde per ingestione di acque contaminate dalle sue larve. Una volta arrivate nell'organismo, le larve si sviluppano e scendono nei piedi e lì causano bruciore e lesioni che possono portare a brutte infezioni. In molti villaggi gli individui affetti da dracunculiasi cercavano sollievo immergendo i piedi nell'unica fonte disponibile, causando la diffusione di larve nell'acqua potabile, che veniva poi ingerita da altre persone, contaminandole. I fattori principali che impattano sulla diffusione del parassita sono tre: la sua riproduzione in acqua (γ), la sua trasmissione da un individuo all'altro (β) e la sua mortalità (μ). La funzione $R(\gamma, \beta, \mu)$ esprime il numero medio di individui contagiati da un singolo individuo infetto. Per valori di R al di sotto di 1 i contagiati sono meno degli infetti, perciò la diffusione del parassita è in calo.
Il grafico della Figura 5 rappresenta la superficie che si ottiene per $R(\gamma, \beta, \mu) = 1$; per sconfiggere la dracunculiasi è quindi necessario muoversi *al di sotto* di questa superficie. Osservandone l'andamento, si nota che per piccoli valori di γ il passaggio da sopra a sotto la superficie avviene in modo molto veloce, qualunque sia il valore delle altre due variabili β e μ. Il grafico mostra quindi che, pure ignorando la trasmissione del parassita e la sua mortalità, è possibile debellarlo semplicemente concentrandosi sulla sua riproduzione in acqua.
Gli investimenti delle istituzioni locali e internazionali si sono quindi concentrati non nella ricerca di farmaci, bensì nell'educare le comunità interessate dalla malattia a immergere i piedi in secchi da cui l'acqua contaminata viene subito eliminata e non direttamente nelle fonti d'acqua potabile. In questo modo l'incidenza della dracunculiasi è diminuita del 99,5%: un miracolo reso possibile da matematica ed educazione [2].

Un pianeta a rischio

Nonostante la disponibilità di strumenti matematici molto potenti e lo sforzo della scienza per descrivere, comprendere e organizzare la realtà, le risorse naturali e la loro biodiversità si trovano oggi in una situazione di grave rischio. Molti ecosistemi hanno perso il loro naturale equilibrio a causa del tremendo impatto delle attività umane. Questo è il risultato di una gestione sbagliata e settoriale delle risorse, condotta senza tener conto delle interazioni tra ecosistemi diversi e tra questi e i sistemi sviluppati dagli esseri umani. Molti si augurano un approccio più sostenibile, in cui le attività umane possano convivere con i processi naturali, restituendo alle future generazioni un pianeta sano e in grado di soddisfare i bisogni di tutti i viventi.
Per i futuri scienziati la sfida che si apre è quella di mettere a fattor comune le esperienze svolte fin qui in diversi campi allo scopo di sviluppare nuovi modelli adatti a sistemi ancora più complessi, in cui le dinamiche degli ecosistemi interagiscono con quelle delle economie umane. Saranno centrali tutte quelle branche della matematica che sapranno fare da ponte tra i diversi ambiti della scienza. Per fare alcuni esempi: la biomatematica, i processi stocastici, le teorie del controllo ottimale, la matematica finanziaria, la teoria dei giochi.
Gli studenti interessati a lavorare in questa direzione potranno sfruttare le iniziative di MPE2013 per programmare nel modo migliore il proprio piano di studi, nella speranza che a una nuova matematica corrispondano nuovi stili di vita, più sostenibili, meno aggressivi, più rispettosi dell'equilibrio del nostro pianeta.

PER APPROFONDIRE

— C. Cacciamani, *La scienza del meteo*, in "Linx Magazine" n. 11, 2012, pp. 22-27.

— J. Schrum, *Modeling Population Dynamics with Volterra-Lotka Equations*, Mathematical Capston, 2005. **link.pearson.it/6D90C0DF**

RISORSE

1 P. Dizikes, *When the Butterfly Effect Took Flight*, in "MIT Technology Review", February 22, 2011. **link.pearson.it/84F365EA**

2. R. Smith, *Using Mathematical Models to eradicate disease*, Mathematics of Planet Earth. **link.pearson.it/839EA1F3**

Fotografare la **VELOCITÀ**

LUCA CARIDÀ

Combinando un tempo di esposizione lento (1/10 di secondo a f11) e una zoomata all'indietro effettuata durante lo scatto (da 300mm a 170mm), il movimento dell'auto da rally si trasforma in una combinazione dinamica eccezionale di linee e colori, esaltata da un colpo di flash.

Come comportarsi quando ci si trova in Costarica, sulla traiettoria di un giaguaro lanciato a tutta velocità? O nel caso in cui si è a un passo da un bolide che sfreccia a oltre trecento km orari? Un buon fotografo sa che situazioni del genere sono occasioni da non perdere, capaci però di mettere seriamente alla prova chi sta dietro all'obiettivo. Ritrarre soggetti in movimento offre grandi possibilità creative, ma impone di prendere, in pochi istanti, decisioni capaci di tradurre un'idea in un ottimo scatto. Ne abbiamo parlato con Nino Idini, poliedrico fotografo genovese, nato professionalmente con la fotografia industriale e pubblicitaria e oggi dedito, tra le altre cose, al reportage nei luoghi più esotici del mondo (**www.ninoidinifotografo.it**).

Pochi istanti in uno

«La chiave per interpretare un soggetto in movimento è la scelta del tempo di esposizione, ossia l'intervallo di tempo durante il quale il supporto che registra l'immagine, sia esso la pellicola chimica o il sensore digitale, viene esposto alla luce» spiega Idini. Quanto questo intervallo di tempo possa essere piccolo è una caratteristica tecnologica propria di ciascun modello di apparecchio fotografico: sicuramente non può essere piccolo a piacimento. L'immagine finale che la macchina fotografica restituisce è il frutto della sovrapposizione di tutto ciò che essa "vede" durante l'esposizione. Se questa è troppo lunga, ciò che si muove risulta mosso. «Un tempo molto veloce, come il millesimo di secondo, permette di congelare il movimento della pioggia, oppure di un'automobile che passa. Ogni situazione però fa caso a sé: per esempio, se il soggetto si muove molto rapidamente e in modo perpendicolare alla nostra visuale, tagliando cioè l'inquadratura da parte a parte, è necessario usare tempi di esposizione ancora più rapidi.»

Seguite quel soggetto!

Se esposizioni molto brevi possono "congelare" il nostro soggetto, la scelta di ritrarre il movimento con tempi lunghi rappresenta un'opportunità creativa. «A volte può interessarmi ottenere un effetto chiamato *panning*» racconta il fotografo. «Sostanzialmente si tratta di inquadrare il soggetto e seguirlo alla sua stessa velocità, mantenendo la posizione che occupa nel mirino la più stabile possibile. Usando questa tecnica, unitamente a un tempo di esposizione relativamente lento, come 1/15mo o 1/30mo di secondo, otterrò delle immagini dove il soggetto darà l'impressione di essere fermo, pur nella dinamica del movimento, davanti a uno sfondo completamente mosso.» Il panning è una tecnica in cui il fotografo deve affidarsi quasi esclusivamente alla sua abilità, ma che permette di realizzare immagini di straordinaria efficacia.

La traccia fantasma

Le possibilità creative che offre una situazione dinamica non si fermano qui: possiamo decidere di esaltare il movimento lasciando che imprima una traccia "fantasma" nell'immagine finale. La contrapposizione tra elementi fissi, lo sfondo, e ciò che invece è mosso e poco distinto ci restituirà così una scena cinematica, che ricorderà in qualche modo il celebre *Dinamismo di un cane al guinzaglio* del futurista Giacomo Balla. Aiutandoci con un cavalletto e impostando tempi di esposizione sufficientemente lunghi, un atleta in corsa può trasformarsi in una dinamica nuvola di colore, nella quale soltanto pochi dettagli del corridore risulteranno chiari e distinguibili.

Puoi contattare l'autore all'indirizzo
luca.carida[at]lineacurva.org

Ora tocca a te

MISURARE LA VELOCITÀ

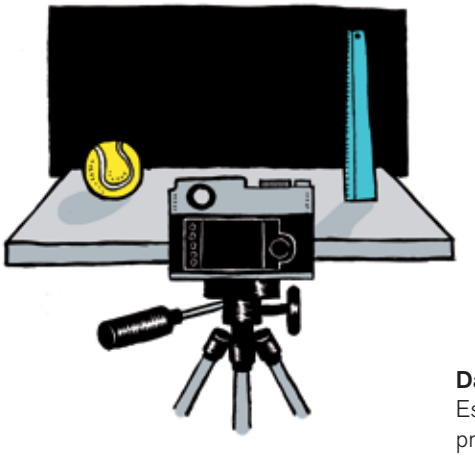
Un apparecchio fotografico permette di registrare ciò che accade nell'intervallo di tempo durante il quale l'otturatore resta aperto e il supporto sensibile esposto alla luce. Qualsiasi cosa non sia del tutto immobile può risultare mossa se fotografata con un tempo di esposizione non sufficientemente breve. Questo aspetto, che più che un limite è un potente strumento creativo, può essere sfruttato per misurare la velocità media di un oggetto che si muova lungo un determinato percorso. La velocità media è definita come il rapporto tra la distanza percorsa, ossia lo spostamento, e il tempo impiegato per coprirla. Poiché fotografando un soggetto in movimento possiamo ottenere una "traccia" corrispondente alla traiettoria che ha seguito, calcolare la velocità media di, per esempio, una pallina da tennis che rotola su un piano è un'operazione relativamente semplice.

Materiali

- una superficie piana o inclinata, che puoi inquadrare frontalmente;
- uno sfondo di colore scuro;
- una pallina da tennis;
- un metro a nastro o un righello;
- una macchina fotografica;
- un cavalletto o, in alternativa, un sostegno cui appoggiare l'apparecchio fotografico in modo che risulti stabile.

Impostazione di fotocamera e set

In questo esperimento, la fotocamera svolge la funzione di un vero e proprio cronometro. Scegli una lunghezza focale adeguata a inquadrare in buona parte, se non interamente, il percorso lungo il quale si muoverà il soggetto, non dimenticando di includere nella scena il metro o il righello. Imposta un tempo di esposizione abbastanza lungo, per esempio di 2 secondi, e posiziona la fotocamera in maniera stabile, usando il cavalletto o un altro sostegno. Poiché userai una esposizione lunga, non dovrebbe essere difficile operare con diaframmi superiori a 8, per garantire una profondità di campo e la buona messa a fuoco del metro o del righello.



Allestimento del set per l'esperimento.

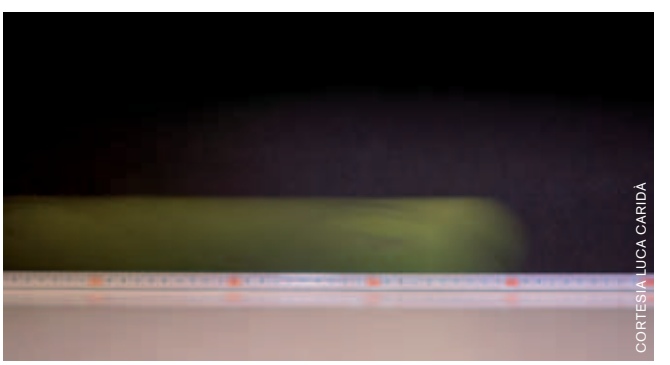
Lo scatto e i calcoli

Puoi affrontare l'esperimento da solo o con l'aiuto di un collaboratore, a cui chiedere di far rotolare la pallina da tennis nella direzione opportuna, imprimendole un'adeguata velocità iniziale. Può essere d'aiuto premere il pulsante di scatto un attimo prima che la pallina stessa entri nell'inquadratura e fare diverse prove, sperimentando come diverse velocità di lancio restituiscano risultati più o meno leggibili, anche variando il tempo di esposizione.

Se abbiamo impostato correttamente l'esperimento, calcolare la velocità media della pallina diventa una semplice operazione aritmetica. Sfruttiamo la formula $\mathbf{v = s/t}$ dove t è il tempo di esposizione e s lo spazio "coperto" dalla scia provocata dal movimento del nostro oggetto. Nell'esempio che riportiamo, la pallina da tennis ha percorso 39 cm in 2 secondi (il tempo di esposizione scelto). Si è mossa perciò, nel tratto considerato, a una velocità media di 19,5 cm/s, pari a circa 0,7 km/h.

Dal laboratorio alla realtà

Eseguire l'esperimento nelle condizioni proposte è il punto di partenza utile per cimentarsi in seguito con situazioni quotidiane. Dopo aver sperimentato diverse combinazioni di velocità della pallina da tennis e tempo di esposizione in "laboratorio", si può, per esempio, sfruttare questa tecnica per misurare la velocità di un'auto su una strada cittadina, di un treno che entra in stazione o di un corridore impegnato nel jogging. In tutti questi casi è necessario ricorrere a punti di riferimento già presenti sulla scena (o preparati opportunamente) per poter misurare, facendo molta attenzione alla tua incolumità, lo spazio percorso dal soggetto del quale intendi conoscere la velocità. Un'altra opportunità è quella di rinunciare a misurare le velocità medie, accontentandoti di confrontare quelle di soggetti diversi. Mantenendo la stessa inquadratura e tempo di esposizione, puoi confrontare le velocità medie tenute da diverse automobili che percorrono successivamente il medesimo tratto di strada, facendo il rapporto delle diverse lunghezze delle scie che il loro passaggio imprime nelle tue fotografie.



Un caso concreto: la scia provocata da una pallina da tennis in movimento, fotografata con un tempo di esposizione di 2 secondi.

IL GERANIO CHE NON FACEVA STARNUTIRE

SHUTTERSTOCK

LA STAMPA.it SALUTE

Ora il geranio non fa più starnutire

la stampa
3 settembre 2012

Una nuova varietà di geranio, più colorata e longeva e anche anallergica: a ottenerla, con tecniche di ingegneria genetica, sarebbero stati alcuni ricercatori dell'Istituto di biologia molecolare e cellulare delle piante di Valencia, in Spagna. Peccato che, sulla stampa nostrana, la notizia sia stata riportata in modo un po' "fantasioso".

IMPRECISIONI DA MANUALE

Consideriamo l'articolo apparso su **lastampa.it** proposto in apertura. Vale la pena soffermarsi su tre passaggi:

1 Buone notizie per chi ha il pollice verde ma soffre di allergie: scienziati spagnoli creano una varietà di gerani che non produce polline allergene. [...] la nuova varietà presenta foglie più piccole, un maggiore numero di rami con conseguente maggiore produzione di fiori. [...] Infine dovrebbe essere più longeva.

2 Questa nuova varietà ha subìto la modifica di un batterio che gioca un ruolo primario nel trasporto di due geni che ne ritardano l'invecchiamento e bloccano la produzione di polline. Il Dna modificato geneticamente è stato impiantato nella pianta per mezzo del batterio che diviene parte del genoma.

3 Da oggi, quindi, anche chi ama i fiori di geranio ma non poteva bearsene a causa dell'allergia potrà circondarsi di queste colorate e profumate piante.

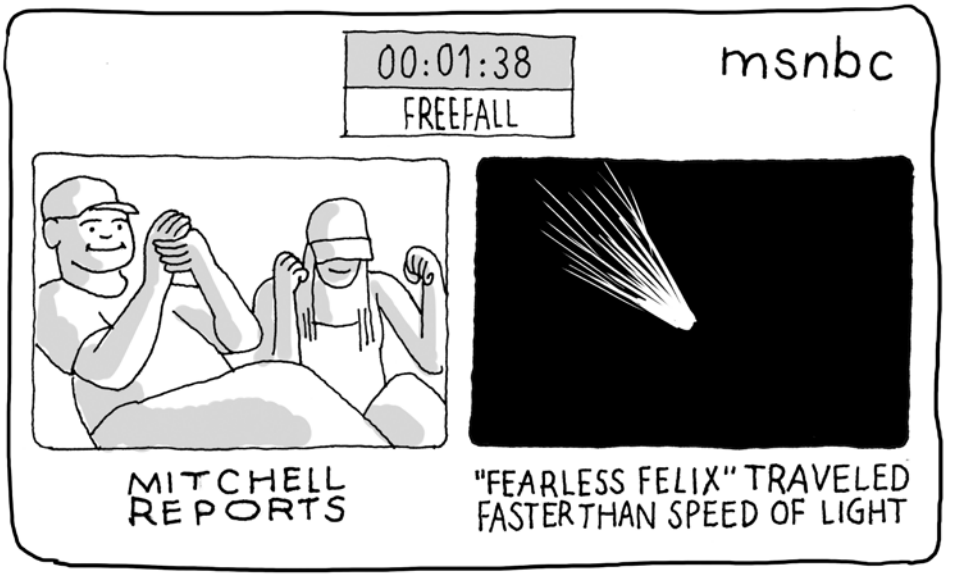
UN BATTERIO PER LA TRASFORMAZIONE

Partiamo dal punto 2), che dovrebbe riassumere la metodica di trasformazione genetica di una pianta utilizzata dai ricercatori. Riuscite a individuare le imprecisioni riportate? La tecnica in realtà funziona così: si parte da un batterio, *Agrobacterium tumefaciens*, molto efficiente nell'infettare le piante. Questo batterio contiene naturalmente un plasmide (piccola sequenza di DNA circolare), chiamato plasmide Ti, che può essere manipolato in laboratorio, introducendovi nuovi geni di interesse. Il bello è che, una volta avviata l'infezione, una porzione di questo plasmide può staccarsi e andare a integrarsi nel DNA delle cellule vegetali, trasferendovi i geni che erano stati inseriti in laboratorio. Nel caso specifico, descritto sulla rivista "BMC Plant Biology", i ricercatori spagnoli hanno prodotto due linee differenti di gerani: una con un nuovo gene che permette la modulazione di un enzima coinvolto in fenomeni di invecchiamento, l'altra con un gene che induce un'alterazione delle antere, le strutture in cui si forma il polline (che dunque non viene prodotto). In futuro, gli studiosi pensano di unire le due linee per ottenere una varietà utile dal punto di vista commerciale (perché più colorata e longeva), ma allo stesso tempo sterile (il che è sempre un vantaggio quando si parla di organismi geneticamente modificati).

NIENTE FIORI OGM

C'è qualcosa che non funziona anche negli altri due punti. Per il primo: è vero che una delle varietà prodotte non produce polline e che in molte piante il polline provoca allergia, ma questo non è il caso del geranio. Dunque dire che è stata ottenuta una pianta anallergica è una forzatura, perché il geranio lo è già per natura. E per il terzo be', quanto meno la previsione è azzardata. Ci vorrà tempo prima che un geranio con le caratteristiche illustrate sia davvero disponibile. In ogni caso va ricordato che in Italia è vietata la commercializzazione di piante ornamentali GM.

PIÙ VELOCE DELLA LUCE?



In occasione del lancio del paracadutista Felix Baumgartner, che per la prima volta si è "tuffato" da 39 000 metri di altezza, il canale televisivo statunitense Msnbc ha pubblicato il titolo *L'intrepido Felix ha viaggiato più veloce della luce*.
E tutto il mondo ha riso... In fin dei conti, lo sanno tutti che non è possibile superare la velocità della luce. Già, ma perché? Non sembrerebbe così assurdo: se si può viaggiare all'infinito, andare sempre più in là nello spazio e nel tempo, perché non potrebbe succedere lo stesso con la velocità, visto che è il rapporto tra queste due grandezze?
Semplice: perché la teoria della relatività di Einstein lo vieta e prevede l'esistenza di un valore limite della velocità per i corpi nel vuoto, che coincide appunto con quello della luce.
Bisogna sottolineare due fatti importanti: il primo è che il valore limite è stato confermato più volte sperimentalmente e il secondo è che questo valore si deduce in maniera rigorosa dal principio della costanza della velocità della luce, verificato da Michelson e Morley nel 1887.
Il principio, come è noto, afferma che la velocità della luce nel vuoto resta sempre la stessa, indipendentemente dal moto della sorgente e dell'osservatore.

VELOCITÀ E MASSA INERZIALE

Gli esperimenti misurano un aumento consistente della massa inerziale dei corpi accelerati a velocità elevate: se ci si avvicina a velocità prossime a quelle della luce, i corpi tendono a opporsi sempre di più alle accelerazioni che subiscono, come se fossero "riluttanti". Se quindi la loro velocità coincidesse con quella della luce, la loro massa inerziale diventerebbe infinita.
L'aumento della massa è un fattore che i fisici delle particelle che lavorano negli acceleratori devono considerare attentamente, perché nei loro esperimenti le particelle raggiungono velocità prossime a quelle della luce.

IL PRINCIPIO DI COSTANZA

Dal punto di vista teorico, Einstein ha dimostrato con un ragionamento deduttivo che, se la velocità della luce è costante, allora i corpi non possono superarla. Si consideri infatti un sistema costituito da un osservatore e da un corpo in movimento, per esempio un aereo, con una certa velocità (minore di quella della luce). Si immagini ora che dall'aereo parta un fascio di luce laser. Il laser ovviamente viaggia alla velocità della luce (c), che è la stessa sia rispetto al corpo sia rispetto all'osservatore (per esempio la torre di controllo). Se per assurdo l'aereo venisse accelerato fino a una velocità superiore a c, l'osservatore lo vedrebbe raggiungere il segnale luminoso da esso emesso. Questo fatto sarebbe in contraddizione con l'ipotesi che c sia costante e che quindi la luce si allontani dall'aereo sempre con la stessa velocità relativa: se l'aereo raggiunge il segnale, la sua velocità non può misurare un valore di c costante, perché rispetto a questa velocità c dovrebbe diminuire man mano fino ad annullarsi al momento dell'incontro "luminoso".

SUPERARE IL SUONO

Che nessun corpo possa raggiungere la velocità della luce è un fatto che i fisici considerano confermato. Se venisse contraddetto – come è sembrato di recente, con la vicenda dei neutrini rilevati al CERN – verrebbe intaccato il principio della costanza della luce. Ma allora, che cosa ha superato Felix nella sua caduta? Non la velocità della luce, ma quella del suono. Il paracadutista ha raggiunto in caduta libera i 1342,8 km/h, infrangendo il muro del suono per la prima volta nella storia dell'umanità senza ricorrere ad alcun velivolo. Con un jet sperimentale, il record era stato ottenuto da Chuck Yeage il 14 ottobre 1947.

THE SOCIAL NETWORK

Roberto Natalini critico cinematografico per un giorno

Titolo originale The Social Network
Genere Biografico
Anno 2010
Paese Stati Uniti
Produzione Dana Brunetti, Ceán Chaffin, Jim Davidson, Michael De Luca, Scott Rudin, Rupert Smythe, Kevin Spacey
Regia David Fincher
Cast Jesse Eisenberg, Andrew Garfield, Justin Timberlake
Soggetto scientifico Matematica delle reti

LA TRAMA

In sintesi: grande ascesa di un giovane nerd. Più in dettaglio: Mark Zuckerberg (interpretato da Jesse Eisenberg), studente ventenne ad Harvard, viene mollato dalla ragazza. Per vendicarsi o almeno provare a dimenticarla, avrebbe parecchie alternative: se fossimo stati in un racconto di fantascienza anni cinquanta, avrebbe costruito una macchina del tempo che lo avrebbe portato indietro per modificare il corso della sua relazione. Ma oggi un nerd non si limita a sognare a occhi aperti: essendo un fenomeno nella programmazione al computer, il protagonista decide di creare un sito con tutte le foto degli annuari dei vari college di Harvard, per permettere a chiunque di votare la più carina tra coppie di ragazze scelte a caso nel database. Ci riesce in una notte e grazie a questo exploit viene contattato dai gemelli Winklevoss, due ragazzi ricchi e molto prestanti (saranno olimpionici di canottaggio alle Olimpiadi del 2008), che gli chiedono di programmare per loro un sito che metta in contatto gli studenti di Harvard.
Mark Z. dice «vedremo» e poi, aiutato finanziariamente dall'amico Eduardo Saverin, crea per sé un sito chiamato "The Facebook" che permette agli studenti di Harvard di connettersi con maggiore facilità. L'iniziativa ha un immediato successo e viene allargata ad altre università. I gemelli decidono di fare causa a Mark Z., accusandolo di aver copiato la loro idea. Seguendo i suggerimenti di Sean Parker (Justin Timberlake), storico fondatore di Napster, lui vola in California, dove il progetto riceve notevoli finanziamenti dopo essere diventato semplicemente "Facebook". Presto anche Saverin farà causa a Mark Z., ma questo non impedirà a "Facebook" di diventare il successo planetario che tutti conosciamo, rendendo immensamente ricco il suo creatore. Nel finale, le cause vengono chiuse con lauti risarcimenti a tutti, Facebook continua a crescere, ma non viene chiarito se, grazie alla sua creatura, Mark Z. riuscirà un giorno a connettersi davvero con qualcuno.

IL COMMENTO

Per la prima volta nella storia viviamo in un'epoca in cui persone comuni, senza privilegi di nascita, possono diventare miliardarie e potenti senza dover commettere crimini o sfruttare altri. La forza di Mark Zuckerberg non è nella potenza materiale, e forse nemmeno nella profondità intellettuale, ma nell'immediatezza (cioè mancanza di intermediari) di esecuzione dei suoi progetti (frutto di conoscenze tecnico-scientifiche) e nella capacità di astrazione. Mark Z. è capace di implementare le sue idee, svolgendo un gigantesco lavoro di organizzazione di dati con pochi battiti di tastiera. Magari non è un genio dell'informatica, ma deve capirla e saperla usare molto bene per poter operare con efficacia e preveggenza. Come Sergei Brin e Larry Page di Google, o Steve Jobs e Bill Gates, Mark Z. ha una cultura forse non particolarmente vasta, ma solida e antica. La logica, la matematica, l'informatica moderna, da Leibniz a Turing a von Neumann, sono dietro di lui.
È la prima volta che un intellettuale non soltanto diventa ricco, ma ha anche il controllo completo della situazione. A questo contatto diretto con l'operatività, un sapere che si fa potere, si affianca la dote tipicamente matematica dell'astrazione. Mark Z. è capace di isolare in fretta e con sicurezza alcune caratteristiche elementari del comportamento delle persone, per ricombinarle e portarle a produrre effetti planetari. Cercare un amico d'infanzia, la foto di una persona che ci interessa, gli amici degli amici. Connettere insieme le persone. Tutto questo scatena una valanga esponenziale perché la rete, alla fine, per quanto vasta sia, è uno "small world".
Una specie di leggenda metropolitana asserisce che tra due esseri umani c'è al più una catena di sei individui, i famosi "sei gradi di separazione". Se sia vero o no dipende da come si definiscono i contatti (una stretta di mano? Una telefonata? Una cena insieme?). Per certi ambiti i gradi di separazione possono essere verificati in modo semplice. In matematica per esempio, il contatto consiste nell'aver firmato insieme un articolo recensito dal database dei matematici, il Mathematical

WEBPHOTO

ROBERTO NATALINI
matematico, è dirigente di ricerca presso l'Istituto per le applicazioni del calcolo del CNR di Roma. Si occupa dello sviluppo di modelli matematici per la fluidodinamica, di problemi di perturbazione singolare, modelli di danneggiamento dei monumenti, analisi dei flussi di traffico su reti, evoluzione di strutture biologiche. Svolge attività di divulgazione attraverso il sito **http://maddmaths.simai.eu** e il blog **http://dueallamenouno.comunita.unita.it**. È responsabile dello *Sportello matematico per l'industria italiana*.

IN RETE!

Il Film Scheda dell'Internet movie database. **link.pearson.it/1DFA3450**

Reviews. Vi sono circa 400 000 matematici che hanno firmato almeno un articolo, e di questi ben 268 000 fanno parte della stessa "componente connessa" (ossia possiamo passare dall'uno all'altro attraverso una rete continua di collaboratori). Un modo per misurare questa componente è prendere come punto di partenza il famoso matematico ungherese Erdös. Quelli che hanno scritto un articolo con Erdös hanno Numero di Erdös=1 (Erdös ha Numero di Erdös=0), e chi ha scritto un articolo con una persona con Numero di Erdös=n, ha Numero di Erdös=n+1. Dati alla mano, nella componente connessa nessuno ha Numero di Erdös maggiore di 13 e solo 1150 su 268 000 hanno un Numero di Erdös maggiore di 8. Otto gradi di separazione, dunque. Ora, con Facebook – che ha un numero di utenti stimato intorno al miliardo – questa cosa è moltiplicata enormemente, il che significa maggiori opportunità di "incontrarsi": la distanza media tra 2 utenti è infatti solo di 4 contatti. Un mondo piccolissimo, in cui per di più esistono gli "hub", cioè utenti con milioni di contatti, come Barack Obama o Lady Gaga, che hanno la funzione di "accorciare" la rete.

Due temi del film si prestano a un commento didattico: la matematica delle reti e l'impatto economico del sapere scientifico. La matematica spiega perché i social network funzionano. Attraverso l'effetto "small world", noi, che siamo ai vari nodi della rete, possiamo rapidamente aumentare il numero delle nostre connessioni. È possibile trovare in rete tantissimo materiale su questo tema (parola chiave: matematica dei networks). Il secondo aspetto nasce da un cambiamento radicale nella scala dei tempi che passa tra l'elaborazione teorica di un concetto e la sua implementazione pratica. Oggi, grazie ai computer, i matematici sono a diretto contatto con l'innovazione tecnologica e realizzare che un'enorme quantità di matematica avanzata è alla base di tanti oggetti che stanno intorno a noi può mutare il punto di vista dei ragazzi su questa disciplina (parole chiave: geometria solida nei videogiochi, compressione dati nei telefonini, fluidodinamica nella grafica computerizzata).

ESPANSIONI

Libri, siti, video, app: sono moltissimi i prodotti che parlano di scienza (o che ci giocano). Anche voi lettori – docenti, studenti o classi intere – avrete sicuramente i vostri "preferiti", da suggerire a colleghi e compagni. Potete inviarci le vostre segnalazioni, con una breve presentazione, all'indirizzo **linxmagazine@pearson.it**

LIBRI

ITALIANI PERICOLOSI

Meduse, vermi parassiti, vipere, ragni velenosi e tanti altri animali potenzialmente pericolosi non vivono solo in posti esotici: ce ne sono anche nel nostro paese. Ma sono davvero pericolosi? Per rispondere, il naturalista Marco Di Domenico ci accompagna in un viaggio sorprendente per i mari, i monti, i boschi e i prati della penisola, alla scoperta di habitat e abitudini, ma anche di fuorvianti credenze popolari.

Marco Di Domenico, *Italiani pericolosi – leggende e verità sugli animali di casa nostra*, Bollati Boringhieri, Torino 2012, € 18,00.

VEDERE L'INVISIBILE

affascinante ma ancora poco conosciuto. Kenneth e Stephen Deffeyes ci aiutano a scoprirlo, grazie a una narrazione briosa e accessibile ai non esperti e ad immagini non solo utili alla comprensione, ma anche esteticamente bellissime.

Kenneth E. Deffeyes, Stephen E. Deffeyes, *Nanomondi – Vedere l'invisibile*, Edizioni Dedalo, Bari 2012, € 18,00.

GIOCATTOLI E SCIENZA

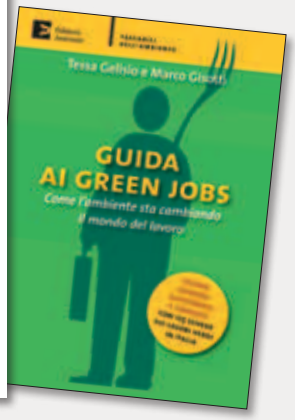
I Lego? Tutti li conoscono, ma forse non tutti sanno che sono utilizzati dalla Nasa per simulare gli spostamenti dei rover su Marte. Ecco, questa è soltanto una delle tante divertenti curiosità che legano scienza e giocattoli raccontate in questo libro, che è a sua volta un oggetto con cui giocare. Si parla anche di frisbee e fisica, del cubo di Rubik, del piccolo chimico e di tanto altro ancora.

Davide Coero Borga, *La scienza dal giocattolaio*, Codice Edizioni, Torino 2012, € 24,90.

INSEGUIRE IL MOTO PERPETUO

L'ambiente è un tema sempre più centrale nelle nostre società: dai rifiuti all'ecofinanza, dall'industria agroalimentare alla green fashion, la green economy, secondo molti, è la sola opportunità che abbiamo per superare la crisi. Qui trovate le 125 figure professionali più richieste, l'analisi settore per settore e 50 interviste ai protagonisti dell'economia verde *made in Italy*.

Tessa Gelisio, Marco Gisotti, *Guida ai green jobs*, Edizioni Ambiente, Milano 2012, € 13,60.



ONLINE

GIOCARE CON IL SANGUE

Che cosa succede se un paziente viene sottoposto a una trasfusione di sangue di un gruppo sanguigno sbagliato? Come agireste nel caso in cui non ci fosse sangue sufficiente per salvare il vostro paziente? The blood typing game è un educational della Nobel prize foundation per imparare, giocando, tutto sul sangue umano. Sul sito anche giochi educational relativi alle altre discipline da Nobel.

link.pearson.it/7F395F7A

L'OROLOGIAIO MIOPE

Cita il titolo di un celebre libro di Richard Dawkins, questo blog del "National Geographic" che parla di animali e organismi "di serie B": quelli brutti, strani, a volte invisibili, che non suscitano simpatie. Insomma, quelli che più che da un orologiaio cieco sembrano disegnati da un orologiaio miope e distratto. Il blog è della genetista e zoologa Lisa Signorile.

link.pearson.it/91373E56

APP

SEGNALARE I TERREMOTI

Un'app sui terremoti che permette di segnalare punti di interesse, scattare foto e associare posizione e notizie relative a eventi appena avvenuti. In pochi secondi le notizie sono condivise su un portale dedicato e con la Protezione Civile. È sufficiente uno smartphone con fotocamera e ricevitore GPS.

geoSDIgeoPoints, per Android. link.pearson.it/18823C7

MATEMATICA IN TASCA

Oltre 120 argomenti, 700 formule e 8 utilità tra calcolatrici scientifiche e grafiche e risolutori per equazioni di secondo grado e matrici. Il formulario è in continuo aggiornamento e con gli oltre 100 quiz a disposizione potrete testare le vostre conoscenze.

iMatematica Pro, per iOS, € 2,69. link.pearson.it/37150DA4

GUIDA A 5 STELLE

Una guida astronomica per esplorare le migliaia di corpi celesti sparse per l'Universo. Questa app raccoglie le immagini in 3D, le informazioni dettagliate e tutti i dati disponibili per ciascun astro. La realtà aumentata vi permette anche di esplorare il cielo sopra di voi sollevando e muovendo il vostro smartphone o tablet.

Star Walk, per iOS, € 2,69. link.pearson.it/40123D32

ANGRY BIRDS NELLO SPAZIO

Si chiama Angry Birds Space ed è la versione spaziale del videogioco del momento. La missione è la stessa ma in 140 nuovi livelli interstellari e in assenza di gravità. Presentato in collaborazione con la NASA (presto anche con il CERN), è un ottimo strumento per imparare la fisica divertendosi. Per chi è convinto che sia solo un videogioco.

Angry Birds Space, per Android, iOS. link.pearson.it/AE1C5C1E

TOUCH PER LA FISICA

Immaginate di trasformare il vostro tablet in una sandbox che vi permette di disegnare e animare gli oggetti della vostra fantasia. Con pochi touch potrete disegnare leve, trampolini elastici, campi magnetici e sperimentare i principi della fisica che li regolano. È possibile anche condividere e scaricare le animazioni in rete.

Creatorverse, per Android, Kindle e iOS, € 3,90. www.creatorverse.com

INSEGNARE E IMPARARE LA CHIMICA

Un archivio fornitissimo di risorse per insegnare la chimica. La Royal Society of Chemistry mette a disposizione online video, quiz, presentazioni, esperimenti, tutorial, schede didattiche, per insegnanti e studenti. Una serie di filtri permette di affinare la ricerca: i materiali possono essere selezionati in base all'argomento e all'età degli studenti.

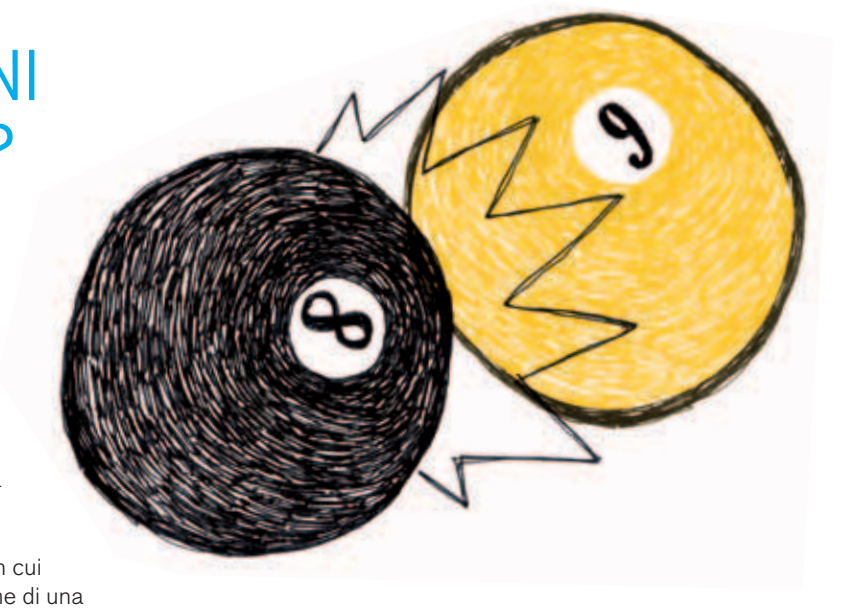
link.pearson.it/E6300EC0

LA SCIENZA BUONA DA MANGIARE

Alimentazione, nutrizione e sicurezza alimentare sono temi in cima alle priorità dei cittadini europei. La ricerca scientifica in questi ambiti è strategica, per garantire la sicurezza di ciò che mangiamo e la nostra salute. Questo documentario racconta tutta la scienza che mettiamo nel piatto e l'attività di ricerca in questo settore dell'Area Science Park di Trieste.

http://vimeo.com/51904309

SICURI CHE DOMANI SORGERÀ IL SOLE?



Cominciamo con tre esempi. Uno: una palla da biliardo rotola verso una seconda palla, la tocca ed ecco che la seconda palla comincia a muoversi. Affermereste che il movimento della prima palla ha *causato* quello della seconda? Probabilmente sì. Due: supponiamo che ogni volta che accendo il fuoco nel camino, all'esterno si senta il verso di una civetta. Diremmo che l'accensione del fuoco è causa del verso? Alcuni di noi sicuramente no, altri forse sì, altri ancora vorrebbero più informazioni, prima di sbilanciarsi. Tre: c'è un noto film di qualche anno fa in cui ogni volta che nella sala del castello si nomina il nome di una certa signora, all'esterno i cavalli nitriscono. C'è un legame di causalità fra i due eventi? Abbiamo, legittimamente, qualche dubbio. Ma qual è la differenza fra gli eventi descritti negli esempi? Che operazione compiamo quando applichiamo alla vita quotidiana la categoria di causa? Per saperne di più, analizziamo il *principio di causalità*.

Tra senso comune e filosofia

La causalità è la connessione fra due eventi, tale per cui dato il primo (*causa*), ne consegue il secondo (*effetto*). Il principio di causalità è uno dei più importanti criteri di ordinamento della realtà di cui disponiamo ed è quello che ci permette di fare *previsioni sul futuro*. Privi di esso, gli esseri umani vagherebbero tra i fenomeni come una nave senza bussola e il mondo si frantumerebbe in una pluralità di pezzi privi di coesione. Senza la nozione di causa, ogni fatto del futuro giungerebbe totalmente inaspettato: non potremmo neanche collegare il passato al futuro, supponendo una regolarità nel corso degli eventi. Saremmo inesorabilmente schiacciati nel presente.

Causalità e scienza

Ma qual è la natura della connessione che lega l'evento-causa con l'evento-effetto? Si tratta di una successione accidentale, senza alcuna garanzia che la relazione verificata nel passato si ripresenterà nel futuro? Oppure il principio di causalità descrive una regolarità di tipo probabilistico? O ancora la connessione tra causa ed effetto definisce un legame oggettivo (dato l'evento X, l'evento Y non può non seguire *necessariamente*)? Dalle risposte a queste domande dipende il valore di verità che diamo alle conoscenze scientifiche. La scienza infatti si fonda su conoscenze che siano in grado di fare previsioni sul futuro, ossia di anticipare un effetto sulla base della conoscenza della causa. Ma se la connessione tra causa ed effetto è priva di necessità, come è possibile operare previsioni razionali?

La causa come legge deterministica

Da Aristotele a Leibniz, passando per Galilei, Keplero e Cartesio, il pensiero occidentale ha sempre avuto una visione deterministica della causalità: nulla accade senza un fondamento. Comprendere la causa di un fatto significa dunque comprenderne il *perché* o almeno il *come*. La relazione tra una causa e il suo effetto è una relazione *necessaria*. La più esplicita affermazione del principio di causalità come principio deterministico si deve, all'inizio dell'Ottocento, al matematico e fisico Laplace: un'Intelligenza superiore che conoscesse in un dato istante posizioni, velocità e forze meccaniche relative a tutti i corpi dell'Universo sarebbe in grado di determinare con precisione assoluta il comportamento passato, presente e futuro della macchina del mondo.

Il fondamento psicologico della causalità

A partire dal Settecento, invece, la fiducia nel carattere di oggettività delle relazioni causali si incrina. Il critico più radicale della causalità è il filosofo scozzese David Hume: per lui tra causa ed effetto non esiste alcun legame necessario. Quando una palla da biliardo urta un'altra palla e quest'ultima si muove, non si può dire che il moto della prima è causa di quello della seconda, ma solo che l'evento che consideriamo causa è avvenuto *prima* dell'evento-effetto e che se ripetiamo lo stesso esperimento otteniamo sempre lo stesso risultato. Il nostro senso comune, tuttavia, è certo che le palle in questione, tutte le volte che noi ripeteremo l'esperimento, si comporteranno sempre nello stesso modo. Ora, Hume osserva che questa certezza è priva di fondamento. A essa, infatti, non perveniamo attraverso dimostrazioni matematiche o ragionamenti logici, ma solo sulla base dell'abitudine, la quale ci induce alla credenza tutta psicologica che il futuro sia conforme al passato. Come a dire: attenzione, domani il sole potrebbe non sorgere affatto.

FABIO CIOFFI
è insegnante di filosofia nei licei e lavora come consulente editoriale e come formatore. È autore di numerosi manuali scolastici.

PER APPROFONDIRE

— G. Boniolo e P. Vidali, *Introduzione alla filosofia della scienza*, Bruno Mondadori, Milano 2003.

— D. Hume, *Ricerca sull'intelletto umano*, Rusconi, Milano 1980.

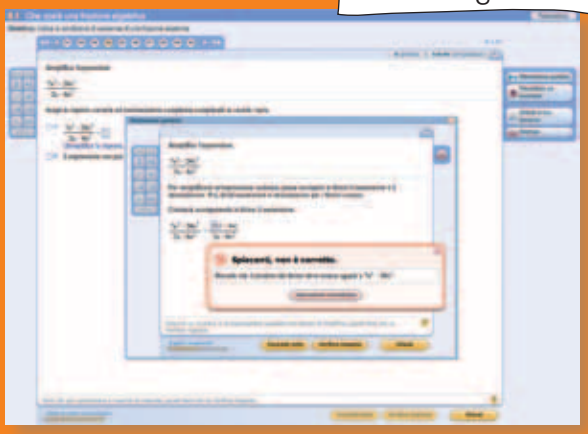
— F. Laudisa, *La causalità*, Carocci, Firenze 2010.

è ora disponibile

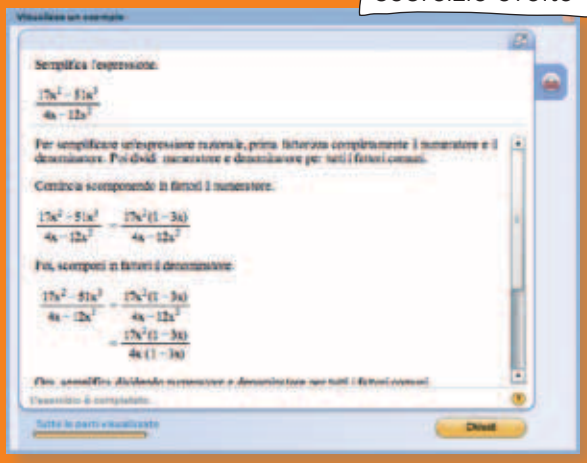
MyMathLab

la nuova piattaforma digitale
per l'insegnamento
e lo studio della matematica

esercizio guidato



esercizio svolto



Insegnare con MyMathLab

- Tutto sotto controllo
- Il vantaggio della personalizzazione per non lasciare indietro nessuno
- L'insegnante verifica e misura quotidianamente l'andamento della classe e del singolo studente

Apprendere con MyMathLab

- Lo studente non è mai solo di fronte alle difficoltà
- Per ogni studente, migliaia di esercizi
- Di fronte al primo ostacolo, c'è l'esercizio guidato
- Se non basta, c'è il tutor che guida alla soluzione dell'esercizio assegnato

Per informazioni vai sul sito
www.mymathlab.it

Per ottenere l'accesso alla piattaforma cerca e contatta il tuo consulente Pearson:
http://mmlitaliano.pearsoncmg.com/contatti

Per chiedere supporto MyMathLab:
http://mmlitaliano.pearsoncmg.com/supporto

Italiano MyMathLab

IMPARARE SEMPRE

PEARSON

RI636400093B
Campione gratuito fuori campo I.V.A. (D.P.R. 26 ottobre 1972, n. 633, art. 2, comma 3, lett. d).

www.linxedizioni.it

informazioni sul catalogo Linx
tutte le risorse digitali associate ai corsi
materiali extra
rassegna stampa web sul mondo della scienza
news ed eventi
blog d'autore
l'edizione online di Linx Magazine
l'Osservatorio sulla didattica delle scienze

Inoltre, iscrivendosi al sito potrà ricevere la nostra **newsletter mensile** che la terrà aggiornata sulle novità pubblicate sul sito: spunti per attività didattiche, segnalazioni di eventi scientifici e notizie dall'editore.

Desidera ricevere Linx Magazine in **abbonamento gratuito** direttamente a casa?

Può iscriversi sul sito Linx Edizioni o compilare il modulo sottostante e inviarlo al fax indicato.

nome ..... cognome .....

indirizzo abitazione ..... città ..... provincia ..... cap .....

e-mail ..... @ ..... telefono/cellulare .....

materie di insegnamento .....

nome della scuola .....

indirizzo della scuola ..... città ..... provincia ..... cap .....

Impegno di riservatezza e trattamento dei dati personali

Pearson Italia S.p.A., titolare del trattamento, la informa che i dati da lei forniti ci permetteranno di dare esecuzione alle sue richieste e di farla partecipare alle nostre attività. Con il suo consenso, Pearson potrà tenerla aggiornata periodicamente sulle proprie attività, inviarle saggi gratuiti, newsletter e materiale connesso all'attività didattica. Potrà inoltre invitarla a esprimere le sue valutazioni e opinioni partecipando alle ricerche di mercato realizzate per conto di Pearson. Il conferimento dei dati è facoltativo ma la mancanza delle informazioni potrà impedire l'accesso a tutti i servizi disponibili. I dati saranno trattati, anche con strumenti informatici e automatizzati, da responsabili e incaricati e non saranno comunicati a terzi né diffusi, ma potranno essere messi a disposizione delle altre società appartenenti al Gruppo Pearson per il perseguimento delle medesime finalità. Esercitando i diritti previsti dalla vigente normativa, ogni interessato può chiedere l'accesso ai dati o la loro integrazione, correzione, modifica e può opporsi al loro trattamento o chiederne, nei limiti previsti dalla vigente normativa, la cancellazione nonché prendere visione dell'elenco aggiornato dei responsabili nominati, scrivendo via e-mail a info@pearson.it oppure in forma cartacea a Pearson Italia S.p.A. via Archimede 51 - 20129 Milano tel. 02.74823.1 fax 02.74823.278 all'attenzione del responsabile del trattamento dati.

Presa visione dell'informativa, dichiarando di essere maggiorenne, consento al trattamento dei miei dati per le finalità descritte nell'informativa.

☐ Sì ☐ No

N.B. Se non barra la casella SÌ perde l'opportunità di partecipare alle nostre iniziative e ricevere il nostro materiale informativo.

firma ..... data .....

Inviare via fax al numero 011 75021510 o via posta a Linx – Pearson Italia S.p.A – Corso Trapani 16 – 10139 Torino

Per qualsiasi informazione sulla Newsletter o sul Magazine può scriverci a **info.newsletterscuola@pearson.it**